

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

## ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



## TRABAJO FIN DE GRADO

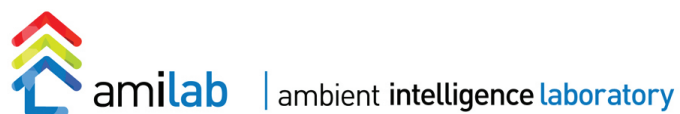
ADAPTACIÓN DE SISTEMAS BASADOS EN MÓVILES PARA SU UTILIZACIÓN  
EN TABLETAS ANDROID

**Santiago Pérez Castro**

Junio 2014

Tutor:  
Javier Gómez Escribano

Ponente:  
Germán Montoro Manrique





# Resumen

Los *Tablet PC* o tabletas han surgido como una evolución natural tanto del *smartho-ne* (Teléfonos inteligentes) como del ordenador portátil. Estos nuevos dispositivos ofrecen una experiencia más cercana a la de un ordenador personal sin sacrificar por ello la portabilidad ni la pantalla táctil. Además, han abierto nuevos paradigmas en las tecnologías para la asistencia, las cuales podrían beneficiarse de las nuevas posibilidades que traen, como una pantalla de mayor tamaño o nuevas formas de interacción.

Sin embargo, aunque el diseño de interfaces de usuario ha sido objeto de innumerables estudios y libros, en el caso concreto de interfaces para tabletas y personas con necesidades especiales, la documentación es prácticamente nula.

Este estudio da respuesta a esa falta de documentación y ofrece una guía de diseño para tabletas Android y personas en situación de discapacidad intelectual. Asimismo, se evalúa su utilidad mediante la implementación de dos prototipos y sus posteriores pruebas en usuarios en situación de discapacidad cognitiva.

## Palabras clave

Guía de diseño, Discapacidad Intelectual, Tablet PC, Inteligencia Ambiental, Interfaces de Usuario.



# Abstract

Tablet PCs or commonly known as Tablets, arised as a natural evolution of the smartph-  
hone and the laptop. These new devices provide a desktop like experience without the  
need of giving up the portability or the touchscreen. They have also opened new para-  
digms in the assistive technology field, which can take advantage of the new possibilites  
the Tablets offer, like a bigger screen or new interaction ways.

However, although user interface design has been the subject of numerous studies and  
books, in the case of tablets interface design for people with special needs, almost no  
documentation is available.

This study provides an answer to that lack of documentation and shows a design guide  
for Android tablets and people with cognitive disabilities. This study also evaluates its  
utility by means of the implementation of two prototipes and their tests in users with  
cognitive deficiencies.

## Keywords

Design guide, Cognitive Disability, Tablet PC, Ambient Intelligence, User Interfaces



# Agradecimientos

En primer lugar me gustaría agradecer al personal y, en especial, a todos los alumnos del Centro de 3 Olivos sin los que este trabajo no hubiera podido llevarse a cabo. Vuestro buen hacer y vuestras ganas de ayudar han sido imprescindibles.

A mi tutor Javi por su infinita paciencia y por su ayuda durante la realización de las pruebas, así como a los demás miembros del AmILab. Gracias.

No existen suficientes palabras para agradecer a mis padres todo el esfuerzo que han tenido que hacer para conseguir que llegará donde me encuentro hoy. Gracias por creer en mi. También agradecer a mis hermanos por apoyarme siempre, comprenderme y aceptarme como soy.

A mis amigos, aquellos que han estado siempre ahí, gracias por estar en mi vida. Mención especial para Dani, que desde bien pequeños, ha sido un pilar fundamental en mi vida.

Gracias a mis “ excanadienses ” que se convirtieron en algo más que compañeros de aventuras y que hicieron de mi año en Canadá una experiencia inolvidable: María, Miguel, Arisbel, Edna.

Por último y no menos importante, gracias a mis compañeros de carrera. Aquellos que, además de las prácticas, han estado ahí en lo personal. Si no fuera por vosotros esto no hubiera sido lo mismo. Gracias por los ánimos, por esos desayunos en la cafetería y por esos descansos en el césped.

*Santiago Pérez Castro*  
*23 de mayo de 2014*

*Si sólo caminas en días soleados,  
nunca llegarás a tu destino.*  
Paulo Coelho





# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Objetivos . . . . .	2
1.3. Estructura de la memoria . . . . .	2
<b>2. La discapacidad intelectual</b>	<b>5</b>
2.1. Introducción . . . . .	5
2.2. Alcance y Tipos . . . . .	5
2.3. Grados . . . . .	6
2.4. Aportación del proyecto . . . . .	7
<b>3. Estado del arte</b>	<b>9</b>
3.1. Conclusiones . . . . .	13
<b>4. Diseño</b>	<b>15</b>
4.1. Introducción . . . . .	15
4.2. El contenido es el protagonista . . . . .	15
4.3. Claridad . . . . .	16
4.4. Comienzo instantáneo . . . . .	18
4.5. Disposición . . . . .	19
4.6. Cambios de orientación . . . . .	24
4.7. Navegación de la interfaz . . . . .	25
4.8. Feedback e interactividad . . . . .	26
4.8.1. Botones . . . . .	27
4.8.2. Menús . . . . .	29
4.8.3. Gestos multitáctiles . . . . .	29
4.8.4. Otras consideraciones . . . . .	30
4.9. Uso del color . . . . .	31
4.9.1. Abuso del color . . . . .	31
4.9.2. Código de color . . . . .	32
4.9.3. Otras consideraciones . . . . .	33
4.10. Accesibilidad . . . . .	34
<b>5. Implementación</b>	<b>35</b>
5.1. Introducción . . . . .	35
5.2. Requisitos . . . . .	35
5.3. Entorno de desarrollo . . . . .	37
5.4. Modelo de diseño . . . . .	38
5.5. Prototipo adaptado . . . . .	39

5.5.1. Requisitos específicos . . . . .	39
5.5.2. Diseño . . . . .	40
5.5.3. Swipe . . . . .	42
5.6. Prototipo sin adaptar . . . . .	44
5.6.1. Requisitos específicos . . . . .	44
5.6.2. Diseño . . . . .	45
5.7. Registro . . . . .	46
<b>6. Pruebas y Resultados</b>	<b>49</b>
6.1. Dispositivos utilizados . . . . .	49
6.2. Escenario . . . . .	50
6.3. Participantes . . . . .	50
6.4. Metodología . . . . .	51
6.5. Resultados . . . . .	55
6.5.1. Hábitos de uso . . . . .	55
6.5.2. Problemas de uso . . . . .	56
6.5.3. Aprendizaje . . . . .	58
6.5.4. Cuestionario de usabilidad . . . . .	60
6.5.5. Conclusiones . . . . .	60
<b>7. Adaptación de las aplicaciones Assist</b>	<b>63</b>
7.1. AssistTask . . . . .	63
7.2. AssistOut . . . . .	65
<b>8. Conclusiones</b>	<b>67</b>
<b>9. Trabajo Futuro</b>	<b>69</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>72</b>
<b>A. Log generado en el caso de prueba</b>	<b>73</b>
<b>B. Cuestionario de uso</b>	<b>75</b>
<b>C. Hoja de Participación</b>	<b>79</b>
<b>D. Cuestionario de Usabilidad</b>	<b>81</b>

# Índice de Figuras

2.1. Distribución de discapacidades en USA, 2003, LoPresti . . . . .	6
3.1. Guiado en Interiores en PDA, Liu et al. . . . .	10
3.2. Interfaces adaptadas a) Usuario sin ninguna discapacidad, b) usuario con habilidades motrices limitadas c) usuario con problemas de visión y d) usuario con dificultades motrices y visión limitada, Gajos et al. . . . .	11
4.1. Ejemplo de espacio negativo en Google Hangouts . . . . .	16
4.2. Ejemplo de interfaz poco legible . . . . .	17
4.3. Botones Borderless en iOS7 . . . . .	18
4.4. A) Aplicación SMS Android B) Textra SMS . . . . .	19
4.5. Marcador de Android . . . . .	20
4.6. Comparación tabletas Android. . . . .	21
4.7. Linear Layout . . . . .	22
4.8. Relative Layout . . . . .	22
4.9. Grid View . . . . .	23
4.10. List View . . . . .	23
4.11. Organización por importancia . . . . .	24
4.12. Botones adaptados . . . . .	28
4.13. Barra de acción de Android . . . . .	29
4.14. Gesto de zoom . . . . .	30
4.15. Set de colores propuesto . . . . .	32
5.1. Herramientas Assist . . . . .	36
5.2. Elementos de las aplicaciones . . . . .	37
5.3. Editor de layouts de Android Studio . . . . .	38
5.4. Ejemplo de Diseño Centrado en el Usuario . . . . .	39
5.5. Primera aproximación de diseño adaptado . . . . .	40
5.6. Segunda aproximación de diseño adaptado . . . . .	41
5.7. Diseño definitivo . . . . .	42
5.8. Diseño multipanel . . . . .	45
5.9. Diseño no adaptado . . . . .	46
6.1. Distribución de participantes por género . . . . .	50
6.2. Distribución de participantes por edades . . . . .	51
6.3. Participantes que poseen tablet . . . . .	51
6.4. Uso del tablet . . . . .	52
6.5. Organización de las pruebas . . . . .	52
6.6. Prueba de aprendizaje . . . . .	53

6.7. Participante durante la prueba de la tableta . . . . .	54
6.8. Orientación preferida . . . . .	56
6.9. Participante interactuando con dos manos . . . . .	57
6.10. Toques fallidos en la pantalla . . . . .	57
6.11. Gesto desde los botones . . . . .	58
6.12. Mejora del aprendizaje . . . . .	59
6.13. Tiempo sobrante del aprendizaje . . . . .	60
6.14. Cuestionario de Usabilidad . . . . .	61
7.1. Herramienta AssistTask. En la izquierda la pantalla principal. En la derecha la selección de usuario . . . . .	63
7.2. Boceto de AssistTask adaptada . . . . .	64
7.3. Herramienta AssistOut. En la izquierda la pantalla principal. En la derecha la selección de destino . . . . .	65
7.4. Boceto de AssistOut adaptado . . . . .	66

# Índice de Tablas

3.1. Diferencias entre tabletas y smartphones . . . . .	12
4.1. Problemas de interactividad en personas con discapacidad . . . . .	27
6.1. Dispositivos utilizados en pruebas . . . . .	49

---

# 1 | Introducción

## 1.1. Motivación

El avance de la tecnología es tan rápido que en muchas ocasiones sus aplicaciones en algunos sectores de la sociedad se estudian superficialmente, ignorando posibles casos de uso menos comunes, aunque no por ello menos importantes.

Uno de estos casos de uso, es en el que se encuentran las personas en situación de discapacidad intelectual a la hora de utilizar muchas de las invenciones usadas cotidianamente por el resto de la sociedad. Ejemplos de estos dispositivos son los teléfonos móviles inteligentes, los ordenadores, o las tabletas.

En el afán de mejorar la calidad de vida de estos individuos y, como profesionales del sector de la Ingeniería Informática, nace este proyecto. El objetivo final de este, es hacer de las nuevas tecnologías un medio a través del cual las personas en situación de discapacidad puedan aprender y realizar tareas que les permitan la mayor independencia posible de cuidadores.

En este *Trabajo Fin de Grado (TFG)* se ha realizado un estudio de diseño de interfaces para tabletas Android. Se han elegido estos dispositivos por los siguientes motivos: su precio, su portabilidad, su autonomía, su elevado crecimiento en nuestro país, sus pantallas de gran tamaño y sus posibilidades de interacción.

Otra de las razones por las que las tabletas Android son de especial interés de estudio es que, debido a su reciente aparición, existe muy poca documentación científico-técnica acerca de ellas.

Este estudio se enmarca dentro de un proyecto más grande que es la labor que se desarrolla en el Laboratorio de Inteligencia Ambiental (AmILab) de la Escuela Politécnica Superior en la Universidad Autónoma de Madrid.



### 1.2. Objetivos

Este TFG pretende dar unas pautas o instrucciones de como desarrollar aplicaciones adaptadas a personas con discapacidad para tabletas Android. Para conseguir esto se han establecido los siguientes objetivos:

**Centrado en el diseño** Las guías de desarrollo de las plataformas móviles más importantes cubren el aspecto de la implementación de aplicaciones en su totalidad. Sin embargo, el diseño no suele tenerse tanto en cuenta y, en el caso de personas con discapacidad, apenas es discutido.

**Adaptabilidad** Estas pautas o guías deberían de ser aplicables a la gran mayoría de proyectos para personas con discapacidad, si bien en este proyecto se enfoca su uso en las aplicaciones del AmILab.

**Facilidad de uso** Las aplicaciones desarrolladas utilizando el sistema propuesto han de ser fáciles de utilizar. Debe de animarse al usuario a aprender y no a recordar como usar las aplicaciones.

**Interfaz amigable** Si bien la interfaz debe estar adaptada a las personas con discapacidad no por ello han de descuidarse aspectos estéticos. Una interfaz divertida y cercana conseguirá la atracción y satisfacción de los usuarios.

**Validación** Se hace imprescindible validar el sistema propuesto con usuarios reales y comprobar su reacción ante este nuevo sistema, además de asegurarse de que se cumplen todos los puntos anteriores.

### 1.3. Estructura de la memoria

**2 La discapacidad intelectual:** Su alcance, como afecta a la población y cuales son las soluciones que se pueden prestar a este colectivo. También se muestra como se agrupan estos individuos dependiendo de su grado de discapacidad y como podría ayudar la adaptación de aplicaciones a tabletas a estas personas.

**3 Estado del arte:** Investigación de las tecnologías actuales asociadas al campo sujeto de estudio.

**4 Diseño:** Estudio de investigación sobre el diseño de interfaces gráficas para personas con discapacidad.

**5 Implementación:** Se han implementado dos prototipos con el objetivo de comprobar la usabilidad del estudio de diseño realizado. En este apartado se incluye que herramientas han sido utilizadas, las razones por las que se han realizado estos prototipos y como se han implementado.

- 6 Pruebas y resultados:** Realizadas con los prototipos desarrollados en sujetos con discapacidad. En este capítulo se detalla el procedimiento de estas pruebas y los datos extraídos de ellas.
- 7 Adaptación de las aplicaciones Assist:** Aplicación de la guía de diseño a las herramientas Assist. Se detallan posibles rediseños de las aplicaciones para móviles y se proporciona un prototipo de interfaz adecuada a tabletas.
- 8 Conclusiones:** Obtenidas tras la realización del proyecto.
- 9 Trabajo futuro:** Propuestas para la continuación del proyecto que no se han podido llevar a cabo.



## 2 | La discapacidad intelectual

### 2.1. Introducción

La discapacidad intelectual, según se encuentra definida por el Centro de Control de Enfermedades y Prevención de EEUU <sup>1</sup>, se trata de un término usado cuando existen limitaciones en las habilidades de un individuo a la hora de aprender hasta cierto nivel o de realizar ciertas funciones cotidianas. Esta discapacidad se origina antes de los 18 años.

Este proyecto pretende servir de apoyo a este colectivo mediante la creación de unas pautas que sirvan de ayuda a la hora de desarrollar tecnologías para la asistencia efectivas para estos usuarios.

### 2.2. Alcance y Tipos

La discapacidad intelectual puede ser producto de un problema congénito o bien producirse debido a alguna lesión, enfermedad o un problema cerebral [18].

Sólo en Estados Unidos se encuentran más de 21 millones de personas con algún tipo de deficiencia cognitiva y se espera que el número aumente a la vez que aumenta la edad de la población. En la Figura 2.1 se puede observar la distribución de las deficiencias cognitivas en los Estados Unidos en el año 2003.

La discapacidad intelectual es muy complicada de analizar de manera universal ya que, los individuos que la presentan, pueden mostrar muchas manifestaciones distintas y, además, existen muchas clases diferentes como por ejemplo: neurobiológicas (Autismo, Alzheimer), adquiridas (Traumatismo Cerebral TBI) o heredadas (Síndrome de X frágil).

A continuación son explicadas de manera muy breve las discapacidades más comunes:

**Enfermedad de Alzheimer** La demencia es un trastorno que afecta seriamente a la habilidad que tiene una persona para llevar a cabo actividades cotidianas. El Alzheimer involucra partes del cerebro que controlan el pensamiento, la memoria y el lenguaje.

---

<sup>1</sup> [http://www.cdc.gov/ncbddd/actearly/pdf/parents\\_pdfs/IntellectualDisability.pdf](http://www.cdc.gov/ncbddd/actearly/pdf/parents_pdfs/IntellectualDisability.pdf)

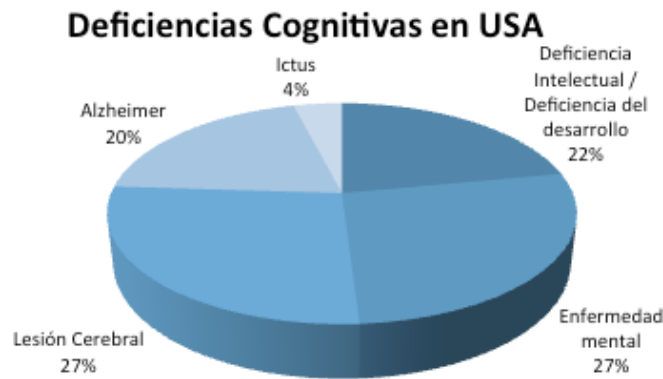


Figura 2.1: Distribución de discapacidades en USA, 2003, LoPresti

**Autismo** El autismo es una deficiencia que afecta principalmente a las habilidades cognitivas incluyendo interacción social, adquisición del lenguaje, habilidades imaginativas etc.

**Deficiencias del aprendizaje** Las deficiencias del aprendizaje es un término general para una gran variedad de dificultades de procesamiento de la información. Se suelen clasificar en las áreas escolares afectadas (Dislexia, disgrafía, discalculia...)

**Traumatismo Cerebral Adquirido** Estas deficiencias son debidas a un Traumatismo Cerebral o a un accidente cerebrovascular (Ictus). El término se aplica a lesiones tanto abiertas como cerradas en la cabeza que acaban con una deficiencia en una o más áreas como la cognición, el lenguaje, la memoria, la atención...

### 2.3. Grados

Si bien se ha comentado previamente la dificultad de analizar la Discapacidad Intelectual de manera universal aplicable a todo su colectivo, se hace necesario establecer de alguna forma una manera de agrupar a estas personas para poder ofrecer soluciones a medida.

Con este propósito se suele utilizar el test *Wechsler Adult Intelligence Scale* [21] que divide a estas personas en grupos según su Cociente Intelectual. Este test se basa exclusivamente en su nivel de inteligencia y no tiene en cuenta otros problemas que pueden tener los individuos tales como dificultades motoras o deficiencias de visión. Existen las siguientes categorías:

**CI 70-85** Discapacidad intelectual límite.

**CI 50-69** Discapacidad intelectual leve. Aproximadamente el 89 % de las personas con discapacidad pertenecen a esta clasificación.

**CI 35-49** Discapacidad intelectual moderada. Aproximadamente el 7 % pertenecen aquí.

**CI 20-34** Discapacidad intelectual grave. Aproximadamente el 3 % pertenecen aquí.

**CI <20** Discapacidad intelectual profunda. Aproximadamente el 1 % pertenecen aquí.

De acuerdo con estas categorías, la mayoría de las personas con discapacidad se encuentran dentro de los rangos de discapacidad leve y moderada. Estos grupos serán el público objetivo del proyecto.

## 2.4. Aportación del proyecto

Este proyecto se realiza con la intención de dar la oportunidad a individuos en situación de discapacidad de utilizar *gadgets* (Dispositivos tecnológicos de última generación) de manera cotidiana, sin por ello verse en una situación de desventaja. Para conseguir esto se ha hecho necesaria una solución a medida en la que estos sujetos sean los protagonistas.

El intentar conseguir que utilicen dispositivos de última generación, como es el caso de las tabletas, no es exclusivamente por el mero hecho de su uso, sino por las posibilidades que les puede ofrecer utilizarlos. Las ventajas de uso de estos dispositivos pasan desde una mayor independencia de sus cuidadores, de una satisfacción personal al verse con las mismas posibilidades que el resto de personas y, en última instancia, de una mayor integración tanto social como laboral.

Las tabletas al tener un tamaño de pantalla considerablemente mayor que un teléfono móvil pueden resultar de especial interés ya que, parte de los usuarios con discapacidad, tienen problemas de visión o problemas motrices.

En este estudio, por tanto, se pretende dar un primer paso aprendiendo e investigando como diseñar aplicaciones para tabletas adaptadas a estos usuarios.



## 3 | Estado del arte

Con el objetivo de regular los productos destinados a las personas con discapacidad se creó el ISO9999 que define la tecnología asistiva como [1]: *"aquellos productos, instrumentos, equipos o sistemas fabricados expresamente para ser utilizados por personas con discapacidad y/o mayores; disponibles en el mercado para prevenir, compensar, mitigar o neutralizar una diversidad"*.

La tecnología para la asistencia puede ayudar a las personas con discapacidad cognitiva a la hora de organizarse o de memorizar. Actualmente existen sistemas que permiten recordar a una persona la hora a la que debe realizar cierta tarea e incluso de proveer una serie de pasos que debe realizar para ejecutarla. En el *AmILab* se han desarrollado herramientas que consiguen una mejoría del paciente a la hora de realizar tareas cotidianas de hasta un 30 % [10].

Sin embargo, y a pesar de las buenas intenciones de estos avances, Dawe [5] destaca que una parte considerable de la tecnología asistiva comprada (35 %) no llega a terminar de adoptarse por los usuarios.

Para evitar caer dentro de ese 35 % de productos fallidos, Dawe destaca las importantes implicaciones de un buen diseño, donde la simplicidad cobra especial relevancia al igual que la portabilidad, la facilidad de aprender a usarse y la facilidad de configurar el sistema.

Hasta hace muy pocos años, las *PDA*s (Asistente Digital Personal) ocupaban el lugar que ocupan ahora las tabletas modernas. Estas *PDA*s, sin embargo, solían tener una pantalla bastante pequeña y generalmente precisaban del uso de *stylus* (lápices táctiles) u otros objetos para su manipulación. Debido a estas características su uso era bastante reducido fuera del ámbito empresarial.

A pesar de estas limitaciones, Liu *et al.*[17] desarrollaron un sistema de guiado en interiores para personas con discapacidad utilizando una de estas *PDA*s. Después de implementar el sistema y de realizar pruebas se obtuvieron algunas conclusiones muy interesantes en términos de usabilidad para personas con discapacidad. Ejemplos de estas conclusiones son la utilidad de ayudas como audio, imágenes y texto para realizar las tareas. En la Figura 3.1 se puede ver este sistema en funcionamiento en una *PDA*.



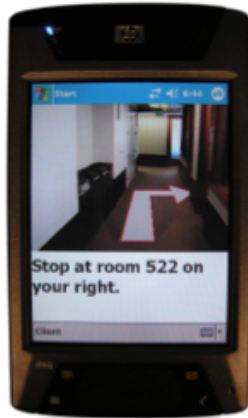


Figura 3.1: Guiado en Interiores en PDA, Liu et al.

Existen algunos estudios de usabilidad de interfaces para *PDA*s, entre ellos se encuentran el realizado por Brewster[3]. En dicho estudio se destaca la importancia de los botones que producen feedback a la hora de reducir la carga cognitiva de los usuarios. Para llegar a estas conclusiones se llevaron a cabo pruebas con usuarios de posgrado (Sin discapacidad), donde se les propuso una tarea en un dispositivo con diferentes interfaces con el objetivo de comparar tiempos. La interfaz cuyos botones presentaban respuesta háptica obtuvo mejores resultados.

Es destacable que, a pesar de existir diversos estudios de usabilidad, existen muy pocos centrados en personas con discapacidad. Debido a esto, en muchas ocasiones, se dan por válidos los resultados obtenidos en personas de edad avanzada. Un ejemplo de esto, podría ser el caso del estudio realizado por Kurniawan[16], donde se recalca la importancia de las pantallas grandes para que las personas mayores puedan realizar una interacción satisfactoria.

También se pueden encontrar artículos de usabilidad para personas con discapacidad en el ámbito del diseño web, como el realizado por Friedman y Bryen [8]. En este artículo se recogen diversas recomendaciones claves que pueden fácilmente extrapolarse al diseño de aplicaciones móviles. Estas recomendaciones pasan desde el uso de imágenes e iconos junto a los textos, el uso de texto sencillo, la ayuda por voz, la utilización de amplios márgenes entre los elementos y un largo etcétera.

En un estudio de Gajos *et al.*[9] en el cual se estudia un sistema de generación automática de interfaces para personas con discapacidad, se remarca la importancia de la elección adecuada de elementos interactivos y de su tamaño. En la Figura 3.2 se puede ver un ejemplo extraído del artículo. En esta imagen se puede ver como dependiendo del

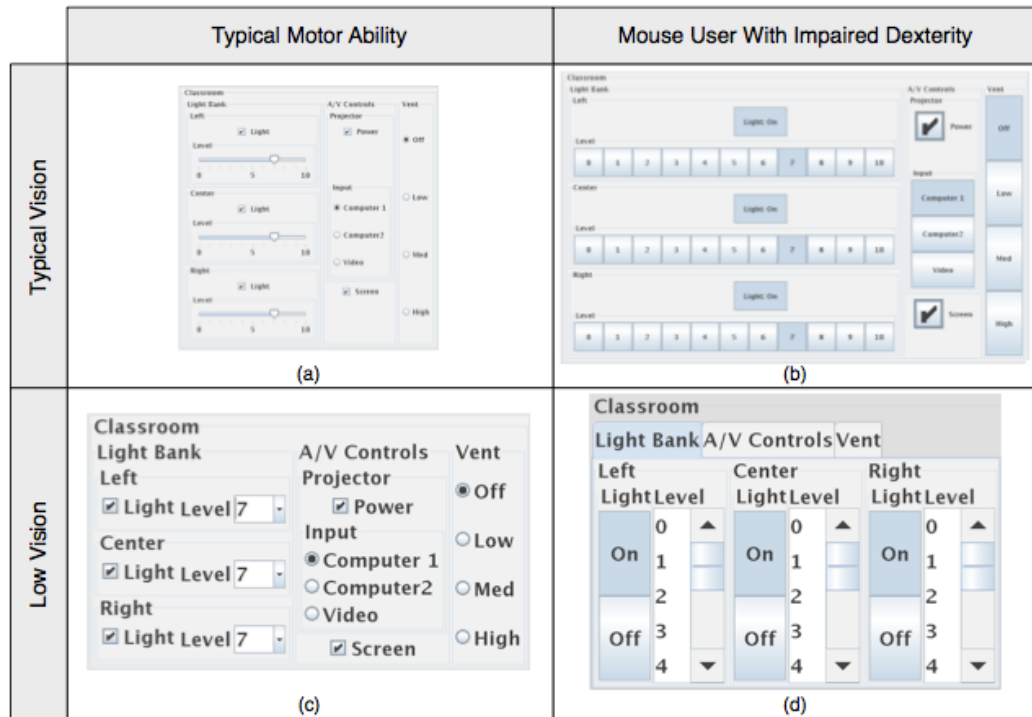


Figura 3.2: Interfaces adaptadas a) Usuario sin ninguna discapacidad, b) usuario con habilidades motrices limitadas c) usuario con problemas de visión y d) usuario con dificultades motrices y visión limitada, Gajos et al.

tipo de discapacidad, el tamaño de los elementos e incluso los elementos en sí cambian para que el usuario pueda manipularlos con normalidad.

En el año 2010 Apple Inc. lanza al mercado su primera tableta, el iPad, a la que seguirían infinidad de tabletas Android poco tiempo después con la salida de la versión 3.0 del sistema operativo, primera versión de Android especialmente adaptada a tabletas. Estos nuevos dispositivos, a diferencia de las antiguas *PDA*s, tienen un tamaño de pantalla mucho mayor y cuentan, en su mayoría, con la posibilidad de detectar varios dedos a la vez sobre ella.

Si bien estas tabletas comparten sistema operativo y otras características con sus hermanos menores, los *smartphone*, han generado nuevos paradigmas en el mundo del diseño y la programación. Se han resumido en la Tabla 3.1 algunos de estos paradigmas.

Tanto las plataformas Android [11] como iOS [12] poseen guías de desarrollo. Sin embargo, en el caso de Android, su guía de desarrollo es muy breve en cuanto a diseño e interacción y da pautas muy generales. La mayor parte de la guía de Android se centra en el desarrollo y otros aspectos de implementación.

En el caso de iOS ocurre todo lo contrario, su guía es mucho más detallada a la hora de

Móviles	Tabletas	Paradigma
Pantalla usualmente menor de 5"	Pantalla usualmente de 7" y 10.1" (Y menos común de 8")	Organización de la pantalla
Predisposición a la verticalidad excepto en videojuegos y cámara	Puede existir predisposición dependiendo del tamaño tanto vertical como horizontal	Disposiciones muy dependientes de la orientación
Resoluciones muy variables (Hasta FullHD)	Resoluciones muy variables (>FullHD)	Tamaño de los textos/imagenes
Vibración	Suelen carecer de vibración	Feedback de interacción
Comúnmente usado con una mano	Suele ser necesario utilizar dos manos	Organización de la pantalla
Conexión a la red prácticamente continua	Muchos modelos solo cuentan con conexión WiFi	Imposibilidad de acceder a internet
Receptor GPS casi siempre incluido	Receptor de GPS ligado en muchas ocasiones a las versiones con conectividad móvil	Imposibilidad de acceder a la ubicación del usuario con exactitud

Tabla 3.1: Diferencias entre tabletas y smartphones

describir cómo el usuario debería interactuar. Sin embargo, es muy poco flexible a la hora de permitir cambios para adaptar la aplicación debido al férreo control que ejerce Apple sobre la interfaz de las aplicaciones publicadas en la *App Store* (Tienda de aplicaciones propia de la marca).

A pesar de la existencia de estas guías, LoPresti *et al.*[18] destaca que las guías de diseño si bien son útiles, no son válidas por sí mismas. Para desarrollar interfaces de usuario efectivas se requiere de un refinamiento basado en pruebas con el usuario. Esta necesidad de realizar pruebas se hace más necesario en el caso de tratarse de usuarios con discapacidad por dos razones:

1. Las guías disponibles están muy levemente basadas en investigaciones.
2. Pocos diseñadores y/o desarrolladores tienen experiencia trabajando con personas con discapacidad y por tanto tienen falta de intuición acerca de sus capacidades y necesidades.

### 3.1. Conclusiones

En este capítulo se recogen, en primer lugar, algunos artículos cuyos temas principales son la usabilidad, el desarrollo y el diseño de aplicaciones para personas con discapacidad. En estos artículos se abordan los problemas y necesidades con las que se encuentran los usuarios a la hora de utilizar estos dispositivos y las maneras que existen de paliarlos.

Por otro lado, estos artículos no tienen como plataforma objetivo las tabletas lo cual denota la falta de documentación científica existente actualmente para estos dispositivos. No obstante, se pretende suplir esta falta mediante otros estudios aplicados a dispositivos diferentes como las *PDA*s u otros ámbitos, como el diseño web.

Por otra parte, también se hace un repaso a cómo emergieron las tabletas actuales con un poco de historia de los dos gigantes de las tabletas actuales (Google y Apple), además de explicar como son sus guías de desarrollo y diseño.

En este estudio se realizará una guía de diseño adaptada a personas con discapacidad basándose en artículos de usabilidad y diseño tanto adaptados como sin adaptar. La meta final de este proyecto es otorgar las bases para poder adaptar en un futuro las aplicaciones desarrolladas por el AmILab para *smartphones* a estos dispositivos.



# 4 | Diseño

## 4.1. Introducción

Actualmente existen diversas guías de diseño ampliamente utilizadas por los desarrolladores de aplicaciones que, a pesar de considerar la accesibilidad, no tienen en cuenta ciertos aspectos muy importantes en usuarios con discapacidad como la carga cognitiva.

En el caso de Android, que es el sistema operativo móvil objeto de este *Trabajo Fin de Grado* (TFG), su guía de desarrollo oficial [11] se centra principalmente en aspectos de la programación, dejando en un segundo plano al diseño y a la interacción a los cuales dedica muy poco espacio.

Si se cita a la guía de desarrollo de Apple [12], por poner un ejemplo, podemos encontrar la siguiente cita “Céntrese en las necesidades del 80 % de los usuarios”. En este TFG, no obstante, se pretende dar solución a una parte de los usuarios que se escapan de ese 80 %.

## 4.2. El contenido es el protagonista

Algunas de las pautas del diseño de interfaces son tan importantes que incluso son compartidas por varias guías de diseño, incluso de plataformas diferentes. Este es el caso de nuestra primera directriz: Centrarse en el contenido. Esta norma se encuentra descrita tanto en las guías de diseño de Android [11] como en las *Human Interaction Guidelines* de iOS (HIG) [12].

Este criterio indica que, a la hora de diseñar para tabletas o dispositivos móviles, hay que centrarse en el contenido que se quiere mostrar. Esto quiere decir que preferiblemente, se utilizará la pantalla en su totalidad de la manera más eficiente posible y, por tanto, se dejará el menor espacio inutilizado que se pueda. Esta maximización en la utilización de la pantalla no quiere decir que se deba saturar al usuario con demasiado contenido, sino que ha de enfatizarse dicho contenido mediante la interfaz.

Un uso adecuado del espacio que se deja entre los elementos de la interfaz, las fuentes que se utilizan y su tamaño, la disposición elegida y los elementos de la interfaz y su *feedback* (Respuesta ante la interacción) son primordiales para alcanzar este objetivo.

### 4.3. Claridad

Según Boisvert [2] cuando se diseña una interfaz para individuos con discapacidad es muy importante tener en cuenta la carga cognitiva de la aplicación, ya que se desconocen las posibles limitaciones del individuo y, por tanto, se hace esencial la claridad en la interfaz.

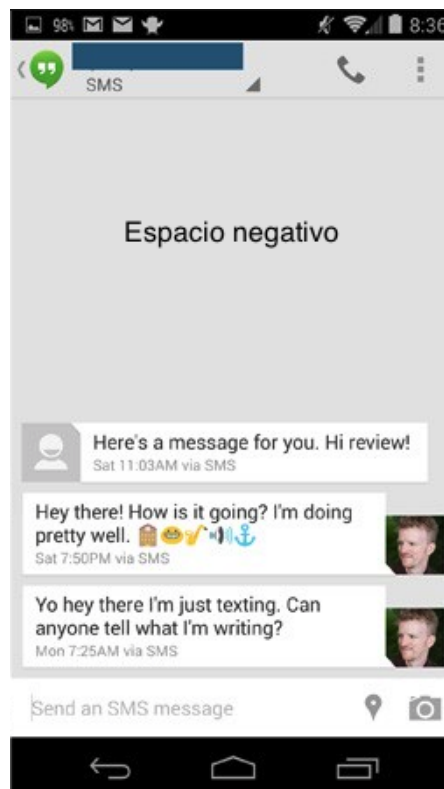


Figura 4.1: Ejemplo de espacio negativo en Google Hangouts

**Uso del Espacio Negativo** La definición del espacio negativo según Apple [12] es cualquier espacio que no tiene contenido. No obstante este espacio no tiene por que ser blanco, puede ser de otros colores y su uso permite añadir simetría a la interfaz y hacer que la disposición utilizada parezca más limpia, natural y familiar con el usuario. Incluso aunque una interfaz gráfica esté muy bien diseñada si su disposición y, en definitiva, si el espacio negativo no es usado correctamente puede estropear todo el trabajo realizado.

Un ejemplo de este espacio negativo se encuentra en la Figura 4.1. En esta captura, se observa una aplicación de mensajería con un espacio negativo en color oscuro y unos mensajes representados con un espacio negativo más claro en la parte inferior. Este contraste consigue una interfaz más limpia y ayuda al usuario a encontrar el contenido principal con mayor facilidad.

**Dejar al color simplificar la interfaz** Brown explica en *Human-computer interface guidelines* [4] como los colores son representados de maneras muy diferentes dependiendo de la pantalla del dispositivo móvil y, cómo algunos de estos, son mostrados de manera más o menos fiel. Además también destaca que la mayoría de los colores evocan acciones y/o sentimientos en las personas. El uso de los colores y sus limitaciones será discutido más adelante (Ver apartado 4.9).

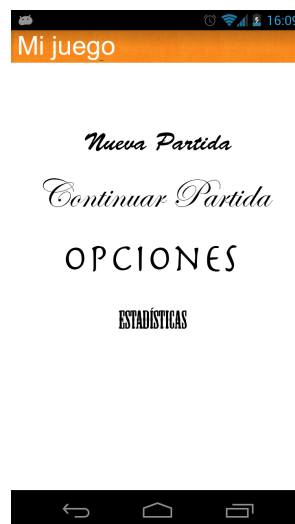


Figura 4.2: Ejemplo de interfaz poco legible

**Asegurarse de la legibilidad de la interfaz** El uso de un tamaño de texto adecuado es muy importante en nuestro caso en tanto que un número elevado de las personas con discapacidad tienen algún tipo de deficiencia visual [6]. La regla de oro en este caso es: Usar una única fuente en la interfaz y hacer el texto lo más grande posible sin que ello resulte invasivo. Un ejemplo de una interfaz poco legible es la Figura 4.2. En la captura puede verse una interfaz cuyo texto está representado usando fuentes muy diferentes, además, los tamaños varían enormemente entre ellos haciendo su lectura complicada.

**Botones que parecen botones** La guía de Android [11] anima a la utilización de botones *borderless* (Sin borde) o imágenes a modo de botón. De la misma manera, en las últimas versiones de iOS [12], se sigue la misma corriente argumentando que el usuario común es capaz de entender cuando un elemento de la interfaz es un botón o



no por el contexto. Los botones tradicionales son por tanto relegados a un segundo plano y, su utilización, se reduce a los espacios donde por el contexto el usuario no tiene manera de saber cuándo un elemento es un botón. También son usados cuando se quiere dar más importancia a los botones que al resto del contenido. Un ejemplo de una aplicación para iOS 7 con botones *borderless* se encuentra en la Figura 4.3.

Sin embargo, en estudios realizados con personas en situación de discapacidad intelectual en nuestro país [6], destacan que un problema muy común resaltado por los usuarios a la hora de utilizar interfaces táctiles, es la confusión que provoca el uso de botones que presentan carencias en su apariencia (No parecen botones) o su feedback (El usuario no percibe que sea un botón).

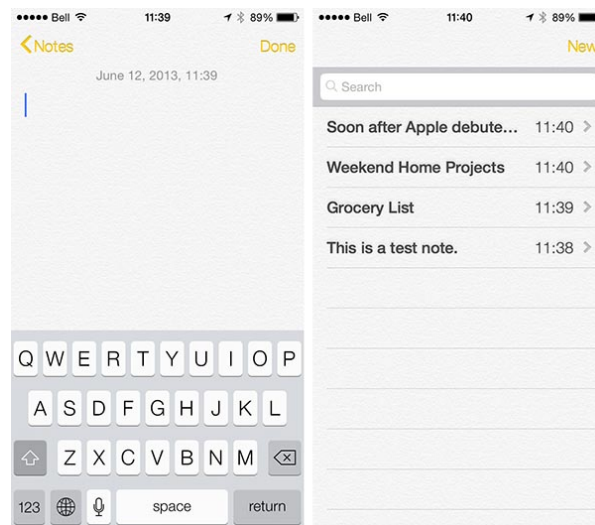


Figura 4.3: Botones Borderless en iOS7

## 4.4. Comienzo instantáneo

Es práctica muy común en una gran cantidad de aplicaciones el mostrar una pantalla de *splash* (Pantalla usualmente con un logotipo que indica la apertura de la aplicación) y pedir al usuario pulsar un botón para iniciar la aplicación, también suele ser común pedir realizar una configuración inicial. Estas prácticas, no obstante, entorpecen al usuario que ha de efectuar pasos adicionales que probablemente podrían ser evitados con una configuración por defecto.

Según el trabajo presentado por Dawe en [5], uno de los primeros impedimentos con los que se encuentran las personas con discapacidad habitualmente a la hora de adoptar un nuevo sistema de tecnología para la asistencia es su configuración inicial. Por tanto, no es recomendable pedir al usuario información de primeras o pedirle configurar la

aplicación nada más abrirla, esto genera confusión y puede hacer sentir rechazo al usuario.

Para obtener información se puede utilizar de manera alternativa información almacenada en el propio dispositivo. Esta información puede ser: El tamaño de la pantalla, posibilidad de acceder a la red, orientación, lista de últimas llamadas, contactos, calendario etcétera.

## 4.5. Disposición

Según Jones y Marsden [13] la disposición en una interfaz no se limita a una determinada manera arbitraria de organizar sus elementos, la disposición de dichos elementos en una interfaz debe ayudar al usuario. Con una organización adecuada se consigue:

**Que los usuarios sepan que es lo más importante.** Una interfaz bien organizada ayudará al usuario a encontrar de manera sencilla y rápida el contenido principal. Por el contrario, una interfaz desorganizada puede aumentar la carga cognitiva de la aplicación, generar rechazo e incluso que nuestro contenido no termine de ser visualizado o que se omitan partes debido a su baja visibilidad. En la Figura 4.4 se muestra a la izquierda la primera aplicación SMS de Android, donde los mensajes se apilan unos encima de otros generando una apariencia visiblemente sobrecargada. En el caso de la captura de la derecha, se muestra una interfaz en la que los mensajes son organizados en burbujas que caen por la izquierda o por la derecha dependiendo de quien sea el emisor, evitando así tener que incluir el nombre del autor para saber si el mensaje lo hemos mandado nosotros o si, por el contrario, nos lo han enviado.

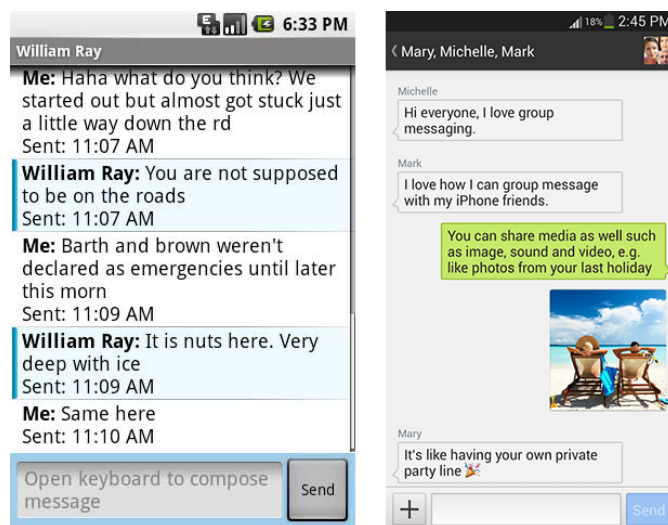


Figura 4.4: A) Aplicación SMS Android B) Textra SMS

**Cuales son sus opciones de interactuar.** Los elementos con los que se pueda interactuar deben de ser lo suficientemente llamativos y tener un tamaño suficiente como para que el usuario sea consciente de su existencia y de que, en efecto, son interactivos. Por norma general, los elementos más grandes suelen denotar una mayor importancia. En la Figura 4.5 se muestra el marcador de Android. En esta captura puede verse como los números son el elemento más importante de interacción debido a su tamaño. Además el botón de llamada, representado por un auricular, es más grande que los botones de buscar y de menú debido también a su alta importancia.

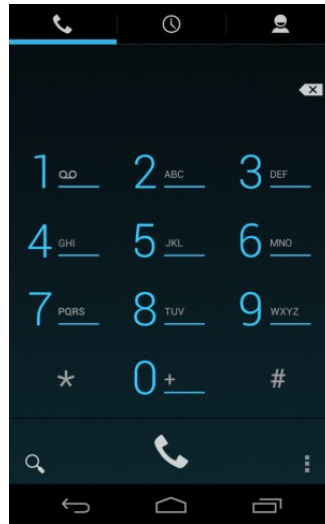


Figura 4.5: Marcador de Android

**Como están relacionados los elementos entre sí.** Los elementos similares (Color, apariencia, tamaño, localización) suelen indicar relación entre sí. Si se observa de nuevo la Figura 4.5 se puede ver como los números son del mismo tamaño y color, indicando la relación entre ellos. Sin embargo, el resto de botones, además de ser de diferente color, se encuentran situados en diferentes planos divididos por sutiles líneas, dejando intuir que realizan diferentes acciones.

La disposición puede variar dependiendo de la orientación del dispositivo e incluso del tamaño de este. En las tabletas Android existen una infinidad de tamaños de pantalla disponibles donde, los más comunes, son las pantallas de 7" 8" y 10".

Estos tamaños de pantalla en muchas ocasiones predisponen al usuario a manipular la tableta en cierta orientación. Además, muchos fabricantes sitúan su logotipo o los botones físicos de tal manera que incitan al usuario a coger la tableta de cierta manera.

En la Figura 4.6 pueden verse dos famosos modelos de tabletas del fabricante Samsung. La tableta de la izquierda es de 7" y la derecha de 10". Se han marcado con cuadros azules



Figura 4.6: Comparación tabletas Android.

los elementos de la tableta que el fabricante ha colocado con la probable intención de conseguir que, el usuario, utilice de manera habitual la tableta en esa orientación. Estos elementos son el logotipo de Samsung y la situación de los botones que, en el caso de tratarse de la tableta de 7", se encuentran en posición vertical y, en el caso de la tableta de 10", se encuentran en posición horizontal.

Si bien suele ser muy común tender a la horizontalidad en el caso de las 10" y a la verticalidad en las 7" no siempre ocurre así. En el caso del iPad de Apple, a pesar de ser de 9,7", tiende a la verticalidad al igual que su hermano menor, el iPad mini de 7,9"

Además de los tamaños de pantalla, Android también es famoso por la cantidad de resoluciones disponibles. En el caso de ceñirse a los datos estadísticos<sup>1</sup> que Google publica en su página web, se observa una enorme diversidad de resoluciones en las tabletas Android. Debido a esto es muy importante proveer de diferentes disposiciones para, al menos, las resoluciones y tamaños de pantalla más comunes.

Android provee de diferentes disposiciones predeterminadas [11] a las que habitualmente llama *layout* o en algunas ocasiones *view*. Las disposiciones más comunes son:

**Linear Layout** En esta disposición los elementos son ordenados en línea, ya sea vertical u horizontal. Se puede cambiar la dirección en la que se organizan los elementos, es decir, en el caso de un Linear Layout vertical se puede organizar de arriba a abajo o de abajo a arriba. La orientación por defecto es la Horizontal. Un ejemplo de esta disposición se encuentra en la Figura 4.7.

**Relative Layout** En esta disposición los elementos son ordenados en relación a otros

<sup>1</sup><http://developer.android.com/about/dashboards/index.html>

elementos de la interfaz o bien al padre del elemento en cuestión. Hay que tener especial cuidado en esta disposición de no crear relaciones circulares entre los elementos, es decir, dos elementos no pueden estar referenciados el uno respecto del otro. La Figura 4.8 representa esta disposición.

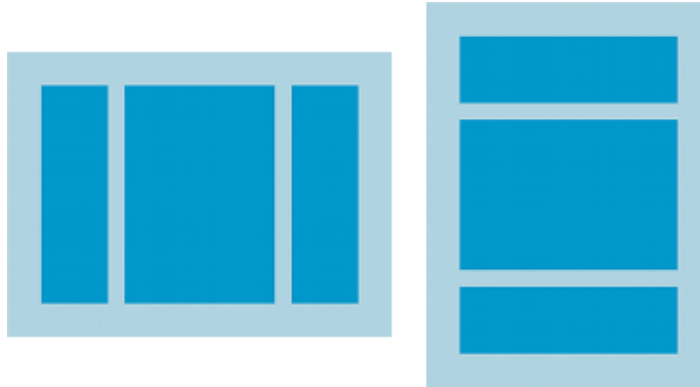


Figura 4.7: Linear Layout



Figura 4.8: Relative Layout

**Grid View** También se podría llamar a esta disposición: organización en tabla. Esta disposición organiza a sus hijos en una red rectangular con infinitas líneas y columnas donde cada elemento ocupa una “celda”. Esta disposición se encuentra ejemplificada en la Figura 4.9.

**List View** Similar a Linear Layout, organiza los elementos en línea verticalmente, con la particularidad de que en el caso de sobrepasar el final de la pantalla o el tamaño del ListView se genera automáticamente un *scroll* (Elemento interactivo que permite ascender o descender en el contenido). Un ejemplo de esta disposición se encuentra en la Figura 4.10.

Los elementos en una interfaz táctil cuentan con una dificultad intrínseca: su manipulación con los dedos. Para sortear esta dificultad, entre otras cosas, ha de tenerse en



Figura 4.9: Grid View

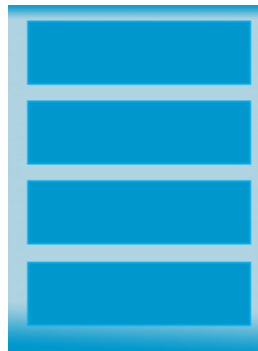


Figura 4.10: List View

cuenta el dejar suficiente espacio entre los elementos de tal manera que permitan al usuario pulsarlos sin problemas.

Según la guía de interacción humana de Apple [12], en las culturas occidentales donde se lee de izquierda a derecha y de arriba a abajo, se tiende a situar el contenido más importante en la parte superior izquierda de la pantalla y el menos importante abajo a la derecha. En la Figura 4.7 se puede observar de color rojo intenso la zona donde debería de posicionarse el contenido más importante de la pantalla y como esa importancia disminuye según se aproxima a la esquina inferior derecha.

Es importante que el contenido sea legible a su tamaño por defecto sin tener que hacer por ello zoom o scroll.

En la medida de lo posible habrían de evitarse apariencias inconsistentes en la interfaz que puedan generar confusión al usuario. Algunas apariencias inconsistentes podrían ser desde botones ocupando sitios recónditos, información importante dispersa por la interfaz, cambios bruscos en la interfaz de una pantalla a otra, etcétera.



Figura 4.11: Organización por importancia

Con el objetivo de reducir la carga cognitiva puede ser interesante el uso de la “Pantalla completa inmersiva”. Esta nueva función implementada por Google en la última versión de su sistema operativo permite hacer desaparecer la barra superior de notificaciones y la barra inferior de botones virtuales, obteniendo por tanto la posibilidad de utilizar toda la pantalla en la aplicación<sup>2</sup>. Esta función posibilita hacer disposiciones más ricas que ayuden a la interfaz a ser más inmersiva y a reducir la carga cognitiva de elementos innecesarios [2].

Este modo también oculta la barra de acción y, en consecuencia, ha de tenerse en consideración el crear un elemento propio para suplir esta falta. Es destacable que esta función está incluida exclusivamente en Android 4.4 cuya adopción a Marzo del 2014 todavía no es muy amplia y solo ronda el 2.5 % de los dispositivos<sup>3</sup>.

## 4.6. Cambios de orientación

Las tabletas Android, como se ha comentado previamente, son principalmente de 7” o 10”. Esta diferencia de tamaños puede llevar a disimilitudes a la hora de como los usuarios interactúan con sus dispositivos y, por consiguiente, a diversos cambios en la orientación debido a sus diferentes pesos, ergonomías etc.

Muchos usuarios cambiarán de orientación su tableta mientras usan la aplicación y por ello es importante que al realizarse este cambio se siga manteniendo en un orden adecuado el contenido [12].

Hay que evitar cambios fortuitos en la interfaz al cambiar la orientación del dispositivo

---

<sup>2</sup><https://developer.android.com/about/versions/kitkat.html>

<sup>3</sup><https://developer.android.com/about/dashboards/index.html>

en la medida de lo posible. Es adecuado cambiar ciertos elementos de la interfaz debido a la proporción de las pantallas si bien, estos cambios, deben de estar exclusivamente orientados a adaptarse a la nueva orientación y no a la inclusión o eliminación de elementos importantes de la interfaz.

La aplicación ha de iniciarse en la orientación actual del dispositivo sin importar que, dependiendo del modelo de la tableta en cuestión, se pueda tender más a la horizontalidad o a la verticalidad. Es importante adaptarse al usuario y no obligar al usuario a adaptarse a la interfaz.

En el caso de que por alguna circunstancia sea imposible esto, es preferible iniciar la aplicación directamente en la orientación que se necesite, sin mostrar de antemano una pantalla que pida al usuario que cambie la orientación del dispositivo.

## 4.7. Navegación de la interfaz

La navegación es la manera en la que el usuario puede ver la arquitectura de la información y moverse a través de ella. El enfoque de la navegación debe de centrarse hacia los lugares a los que el usuario se dirigirá dentro de la interfaz.

En la guía de interacción humana de Apple [12] se advierte de que las personas suelen ignorar el tipo de experiencia de navegación que ofrecen las aplicaciones a no ser que no cumplan sus expectativas. Si la navegación se encuentra implementada de manera adecuada el usuario probablemente la ignorará y se centrará en los aspectos importantes, es decir, el contenido. En caso contrario el usuario se encontrará ante una situación de frustración debido a la imposibilidad de conseguir su objetivo y, en consecuencia, el contenido será menospreciado por la poca calidad de la navegación.

Existen principalmente tres tipos de navegación en las aplicaciones móviles actuales, a saber:

**Jerárquica** En una interfaz jerárquica el usuario navega por la interfaz haciendo una selección por pantalla hasta llegar al destino deseado donde se muestra el contenido. Un ejemplo de este tipo de interfaz es el de la aplicación Ajustes. En esta aplicación para conseguir llegar al brillo de la pantalla, por ejemplo, ha de seleccionarse Pantalla - Brillo de Pantalla. Sería adecuado en estas interfaces no realizar demasiados menús internos que puedan confundir al usuario.

**Plana** En una interfaz con diseño plano, el usuario puede navegar de una categoría primaria a otra directamente, ya que todas son accesibles desde la pantalla principal. La Play Store o la App Store son ejemplos de este tipo de interfaces. Según se abre



la Play Store, por ejemplo, se puede observar en la parte superior accesos a todas sus secciones.

**Guiadas por el contenido o la experiencia** Estas deberían de ser las interfaces predilectas para los desarrolladores que diseñen interfaces para personas con discapacidad ya que, su navegación, es la más intuitiva. Al estar orientadas al contenido suelen tener una curva de aprendizaje muy baja, además este tipo de navegación suele ser ampliamente usada en las aplicaciones del sistema operativo como por ejemplo: la galería, el menú de aplicaciones etc. Un tipo de navegación guiada por el contenido es Swipe, discutida más adelante.

Friedman y Bryen [8] afirman que la navegación de la interfaz para usuarios con discapacidad debe de ser consistente en todas las partes de la aplicación y, por ende, los usuarios deben de saber siempre donde se encuentran y como llegar a su destino. Las barras de progreso u otros elementos que permitan al usuario conocer su ubicación o estado en la aplicación son de gran utilidad para conseguir esto.

La manera de llegar a cierto contenido de la aplicación debería de ser única. Esto quiere decir que no debe haber más de un camino que lleve al mismo lugar y que pueda llegar a confundir al usuario.

Una manera de conseguir una experiencia guiada por el contenido podría ser la utilización de la navegación Swipe. Google en su guía de desarrollo [11] muestra esta manera de interaccionar con la aplicación que consigue que, el acceso al contenido, se realice de una forma más divertida y rápida.

La navegación por Swipe permite al usuario moverse eficientemente de pantalla en pantalla utilizando un gesto simple. Este gesto consiste en deslizar el dedo por la pantalla horizontalmente de izquierda a derecha o de derecha a izquierda dependiendo de si se quiere avanzar o retroceder.

El uso de este tipo de navegación es muy recomendable a la hora de desarrollar aplicaciones para personas con discapacidad debido a su intuitividad.

### 4.8. Feedback e interactividad

Cómo los usuarios interactúan con la interfaz es una de las partes más fundamentales en el desarrollo de una aplicación para usuarios con discapacidad. Entender qué elementos son interactivos y qué elementos son pasivos puede ser una tarea complicada que adquiere el nombre de "Ceguera a la interacción" (Interaction Blindness)[14].

En el estudio de Urturi Breton et al. [6] se recopilan algunos de los problemas más comunes de interactividad que experimentan los usuarios con discapacidad, los cuales podrían resumirse en la tabla 4.1.

Elemento	Descripción
<b>Botones</b>	Muchos de ellos muy pequeños, no hacen click cuando son presionados y por tanto no devuelven feedback de cuando han sido o no presionados
<b>Menús</b>	Demasiados, la mayoría de ellos son innecesarios, difíciles de entender y recordar.
<b>Pantallas táctiles</b>	<p>Cuando se interactúa con un componente táctil, el usuario presiona dicho elemento y espera hasta que recibe algún tipo de feedback que le diga como proceder o que debe retirar el dedo de la pantalla.</p> <p>En otros casos cuando dos componentes necesitan ser presionados uno después de otro, por ejemplo, a la hora de introducir texto. El usuario no tiene problemas para interactuar con ambos, sino que arrastrará el dedo hasta el segundo componente sin retirarlo.</p> <p>Los eventos multitáctiles pueden ser problemáticos en los usuarios con discapacidad, sin embargo con suficiente asistencia los usuarios pueden ser capaces de realizar los movimientos necesarios para realizar gestos como zoom.</p>

Tabla 4.1: Problemas de interactividad en personas con discapacidad

#### 4.8.1. Botones

Los botones son el elemento de interacción por excelencia en cualquier aplicación, ya sea esta de escritorio, web o móvil. Se ha ido analizando durante este capítulo como dependiendo del objetivo y de la plataforma elegida estos elementos pueden variar enormemente.

Es importante darle al usuario a entender con qué elementos de la interfaz es posible interactuar y con cuales no. Según Shneiderman [20] siendo consistentes en la elección de colores y utilizando siempre el mismo color para los elementos con los que se pueda interactuar se consigue, en cierta manera, enlazar el color a la acción.

Además, en la sección 4.3 se ha analizado como los botones realistas y de tamaño considerable son probablemente la elección más adecuada a la hora de diseñar estos elementos para usuarios con discapacidad.

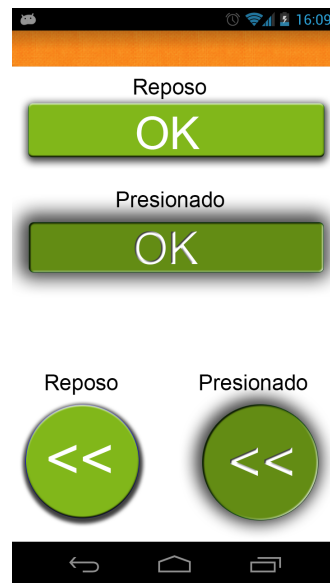


Figura 4.12: Botones adaptados

Utilizando como base estas teorías se consiguen los siguientes requisitos a la hora de trazar los botones:

- Uso de sombras y bordes. Otorgando por tanto importancia a ese elemento y resaltándolo dentro de la interfaz.
- Ligero uso de la tridimensionalidad. Con esto se consigue la apariencia de botón físico real y evocar la acción de pulsar.
- Mismo color. Con el objetivo de enlazar de alguna manera la acción de botón a un color.
- Tamaño ajustado a la interacción. Que permita su manipulación con los dedos en cualquier condición.

Para que la interacción sea efectiva el usuario debe de percibir cambios una vez pulsado el botón, tal y como se ha descrito en 4.7, para ello podemos:

- Cambiar el color del botón a uno un poco más claro o más oscuro.
- Cambiar la disposición de las sombras y bordes para darle aspecto de pulsado.
- Emitir una respuesta háptica (Esto puede ser difícil en algunas tabletas ya que un gran número de ellas carecen de vibración).
- Emitir un sonido de click.

Según Dandr Liu en su artículo [17] en el cual se desarrolla una aplicación de localización en interiores para usuarios con discapacidad, se descubre que los usuarios encuentran mucho más intuitivo los elementos que representan al objeto real que un texto explicativo. En consecuencia, los botones deberían evitar el uso de texto en la medida de lo posible y utilizar en su lugar iconos representativos de la acción tales como: un Altavoz para una salida por voz, flechas para Siguiente o Atrás, iconos con un + o - para sumar o restar etcétera.

Un ejemplo de un set de botones funcional podría ser el mostrado en la Figura 4.12.

### 4.8.2. Menús

Los menús en una aplicación permiten configurar su comportamiento, personalizar su interfaz, conseguir ayuda durante su funcionamiento, conocer quien la ha creado y un largo etcétera.

Sin embargo, citando a de Urturi Breton *et al.* [6], en muchas aplicaciones se tiende a un uso abusivo de estos elementos. Esto se acentúa en el caso de las tabletas donde por norma general existe un mayor espacio para mostrar elementos.

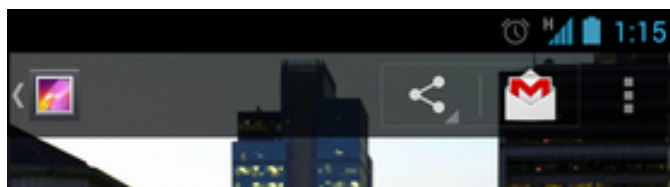


Figura 4.13: Barra de acción de Android

Se da entonces el siguiente dilema: tener que reducir al mínimo el uso de menús sin que por ello se perjudique la configuración de nuestra aplicación que, al estar destinada a personas con discapacidad, suelen tener algún tipo de configuración especializada o un menú donde los cuidadores pueden configurar parámetros. Una posible manera de solucionar esta inconveniencia, podría ser dejar exclusivamente el acceso a menús situado en la barra de acción, la cual se encuentra en la parte superior de la aplicación. En la Figura 4.11 se puede ver la barra de acción de Android y los tres puntos verticales que marcan el acceso al menú.

### 4.8.3. Gestos multitáctiles

Las pantallas capacitivas son actualmente el tipo de pantallas mayoritarias en el mercado de las tablets. Este tipo de pantallas poseen la capacidad de detectar (Por norma

general) más de un dedo a la vez. Esta característica de las pantallas, ha tenido como consecuencia la creación de nuevas maneras de interaccionar, comúnmente llamadas gestos.

De estos nuevos gestos, uno de los más comunes con el que se puede encontrar un desarrollador de aplicaciones es el gesto de Zoom. Este gesto consiste en realizar un movimiento de pinza utilizando dos dedos para así ampliar o reducir el tamaño de un elemento. En la Figura 4.14 se muestra el gesto de Zoom.



Figura 4.14: Gesto de zoom

En un estudio llevado a cabo por Kumin et al. [15], se menciona que los usuarios con discapacidad son capaces de realizar este tipo de tareas sin demasiados problemas, sin embargo, de Urturi *et al.* [6] desaconsejan el uso de gestos multitáctiles como el Zoom ya que, si bien estos usuarios con ayuda pueden llegar a realizar los movimientos necesarios, suele ser bastante difícil para ellos su ejecución.

En el caso de ser obligatoria su implementación puede ser necesario proveer de un diálogo en el que explique como realizar el gesto en cuestión. La postura más adecuada en este caso sería no arriesgarse y utilizar este tipo de gestos solo en casos en los que no exista otra posibilidad.

### 4.8.4. Otras consideraciones

Si bien solo se han cubierto los elementos de interacción más comunes (Botones y Menús) existen muchos otros como *checkboxes*, barras de scroll, listas etc.

En estos casos [6] es importante ofrecer *feedback* también y, en el caso particular de

las listas y las barras de scroll, un *feedback* que puede dar muy buenos resultados sería una respuesta háptica o sonido que varíe en intensidad o frecuencia en función de como de avanzado se encuentre el usuario en esa lista.

## 4.9. Uso del color

El color, según Brown [4], es una de las características principales en la percepción visual humana. Debido a esto, las variaciones en el color son altamente efectivas en atraer la atención. Si bien ciertos colores pueden embellecer la aplicación y ayudar a lograr ciertos propósitos, si se usan de manera caprichosa o incluso de manera lógica pero sin relación con la tarea, la atención del usuario puede desviarse a elementos irrelevantes de la pantalla.

El color puede ser usado con efectividad si se implementa de manera cuidadosa y conservadora. Estos usos incluyen: enfatizar o quitar énfasis en datos, relacionar campos de datos entre ellos, diferenciar datos, identificar o categorizar información, asistir en la búsqueda de elementos o categorías de datos etcétera.

El uso efectivo del color requiere la consideración de diferentes factores:

1. El impacto del color seleccionado en la legibilidad del contenido mostrado.
2. Los efectos cognitivos del código de color en el rendimiento de las tareas del usuario.
3. El impacto de las capacidades y limitaciones de la peor pantalla a la que vaya dirigida la aplicación.

### 4.9.1. Abuso del color

Según Frey [7], el color ha de usarse de manera conservadora a la hora de diseñar la interfaz. El uso arbitrario de múltiples colores puede hacer que la pantalla parezca desordenada, ocupada y puede ocasionar que la información verdaderamente importante sea más lenta de localizar.

Debido a que los cambios de color son muy efectivos a la hora de atraer la atención del usuario, las variaciones que no sean relevantes a la ejecución de la tarea se convertirán en un nuevo elemento de distracción más que en un elemento de ayuda.

En definitiva, el abuso del color puede llegar a producir que la aplicación sea más complicada de usar que su equivalente monocromático.

### 4.9.2. Código de color

Brown [4] tiene un completo código de color detallado a continuación. Este código será el utilizado generalmente con las excepciones mostradas para adecuarlo a personas con discapacidad.

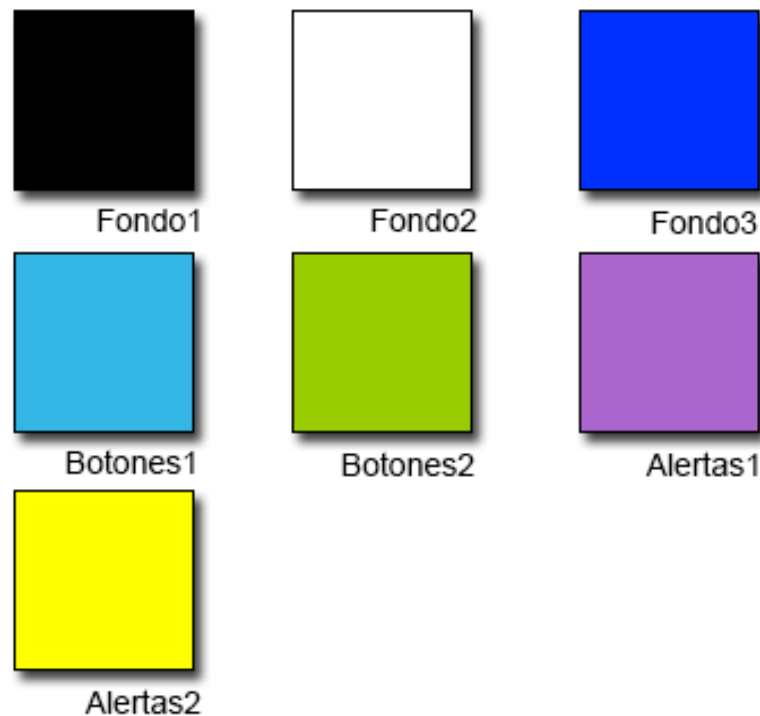


Figura 4.15: Set de colores propuesto

#### Fondo

Para el fondo de la interfaz, es decir, para el espacio negativo, es adecuado utilizar el blanco o el negro. En caso de necesidad se puede utilizar otro color que no distraiga del contenido principal, este es el caso de los usuarios con discapacidad que puedan encontrar en ciertos momentos una familiaridad entre el color y la aplicación. Por ejemplo: La aplicación de transporte desarrollada en AmILab utiliza de fondo el azul usado en el Metro de Madrid con el objetivo de evocar familiaridad al usuario.

Ha de tenerse en cuenta que, en algunas pantallas, el uso excesivo del blanco puede llevar a un exceso de brillo y por tanto hacer que el usuario se sienta incómodo.

#### Alertas

Las alertas han de mostrarse en amarillo. El amarillo se asocia al optimismo y a la juventud y se suele utilizar para capturar la atención de posibles compradores en los escaparates [14]. Los datos y mensajes asociados a alertas no críticas, condiciones marginales

o posibles requerimientos de acción se mostrarán en amarillo.

Las alertas secundarias pueden mostrarse también en rosa o magenta.

### **Botones**

El verde es el color más adecuado para los botones, el verde se asocia a condiciones normales y tiene también un valor asociado a Acción debido a la familiaridad que produce con los semáforos de tráfico. También es posible usar el color azul claro.

### **Texto**

El texto debe mostrarse en un color que produzca suficiente contraste con el color base. Blanco para base negra o negro para base blanca.

El azul turquesa puede ser también una buena opción ya que se asocia a la confianza y a la seguridad [14]. Este color se utiliza en restaurantes importantes para crear una atmósfera de calma y relajación.

### **4.9.3. Otras consideraciones**

El uso del azul oscuro debe estar exclusivamente destinado a contenido poco importante, gráficos, datos no críticos, a desenfatar elementos o al fondo. Este color tiene problemas inherentes de visualización, especialmente en personas mayores y en consecuencia no debería usarse nunca para el contenido principal.

Es importante tener en cuenta el contraste entre elementos de la interfaz. Un método [12] para averiguar si el contraste es adecuado, es transformar la interfaz a escala de grises y comprobar si se pueden diferenciar los elementos. En caso negativo necesitaríamos añadir más contraste.

Debe considerarse el posible daltonismo de los usuarios. Donde el más común es la ceguera al rojo-verde [20], por tanto, no debemos utilizar elementos en la interfaz que para conocer su estado tenga que distinguirse entre estos colores.

Por último, se debería evitar el uso del mismo color en elementos interactivos como en no interactivos [20]. Es decir, si por ejemplo se utiliza el verde en los botones no deberíamos utilizarlo para el texto.



## 4.10. Accesibilidad

Friedman [8] muestra una serie de pautas para obtener una alta accesibilidad en aplicaciones web que fácilmente pueden ser extrapoladas a las tabletas, a saber:

- La importancia de proveer elementos gracias a los cuales el usuario en situación de discapacidad pueda reconocer en vez de recordar información.
- Evitar flashes que puedan provocar convulsiones o ataques de epilepsia.
- Dejar al usuario dar el primer paso con nuestra aplicación. No forzarle con mensajes del tipo: Haz click aquí.
- Estructurar las tareas y proveer de instrucciones paso a paso.
- Proveer de una configuración por defecto completamente funcional y hacer sencillo el poder restablecerla.

Además de estos consejos, de Urturi [6] también hace hincapié en la necesidad de añadir salida por voz a nuestra aplicación. Esto se puede conseguir en Android de manera muy sencilla utilizando el sistema TTS <sup>4</sup> con el que viene incorporado<sup>5</sup>. Puede ser de utilidad además utilizar *Labels* (Etiquetas) en nuestros elementos para que así una aplicación externa pueda ir leyendo estas etiquetas en caso de grandes deficiencias visuales.

Google [11] ofrece una lista de comprobaciones de accesibilidad que debería cumplir la aplicación:

1. Los controles de usuario deben estar descritos con labels.
2. Debe de habilitarse la navegación mediante hardware.
3. No debe de existir exclusivamente un feedback de audio. Se ha de recordar la importancia de la respuesta háptica (En caso de ser posible).
4. Probar la aplicación con un software de TalkBack.

---

<sup>4</sup>Text To Speech

<sup>5</sup><http://developer.android.com/reference/android/speech/tts/TextToSpeech.html>

# 5 | Implementación

## 5.1. Introducción

Una vez obtenidas las pautas de diseño vistas en el capítulo 4, se hace necesario implementarlas para poder comprobar su usabilidad en usuarios reales. Con este propósito como meta se ha decidido implementar dos aplicaciones prototipo, que servirán de base para la realización de pruebas en el próximo capítulo.

En este capítulo se estudian los requisitos de estos prototipos, las herramientas utilizadas y los resultados de la implementación.

## 5.2. Requisitos

La elaboración de los prototipos tienen como finalidad principal validar la guía de diseño propuesta. Para poder conseguir unos resultados concluyentes durante las pruebas se decide realizar dos aplicaciones prototipo: una de ellas con una interfaz adaptada y otra de ellas sin adaptar.

La primera de estas aplicaciones estará compuesta de una interfaz adaptada al usuario discapacitado. Esta interfaz se realizará mediante las pautas descritas en el capítulo previo.

La segunda aplicación se implementará teniendo como objetivo un usuario sin discapacidad y, para ello, se seguirá como norma general la guía de desarrollo de Google para Android[11].

Se han establecido unos requisitos generales a cumplir por ambos prototipos además de los requisitos específicos de cada uno de ellos. Estos requisitos generales son:

**Comparables** Han de permitir comparar la usabilidad de una interfaz adaptada con una interfaz sin adaptar. Para ello será necesario que ambos prototipos muestren el mismo contenido.

**Log** Deben permitir recolectar información acerca de como el usuario ha utilizado la aplicación, pulsaciones erróneas, número de *clicks*, orientación del dispositivo, etc.

Esta recogida de información se almacenará mediante el uso de la clase AssistLog. (Ver apartado 5.7).

**Orientada a las aplicaciones Assist** Debe de estar orientada a la futura adaptación de las aplicaciones desarrolladas por el *AmILab*. Este apartado es discutido más adelante.

**Independiente del tamaño de la tableta** Debe permitir su utilización y ha de estar adaptada tanto a tabletas de 7" como de 10".

Con la finalidad de orientar estos prototipos a las aplicaciones Assist, es importante conocer las dos aplicaciones que se encuentran en funcionamiento, a saber:

**AssistTask** Herramienta para la ayuda de usuarios con discapacidad a la hora de realizar tareas cotidianas. Muestra la realización de una actividad paso a paso.

**AssistOut** Aplicación para el guiado en exteriores de personas con discapacidad. Muestra paso a paso las indicaciones necesarias para llegar al destino deseado.

Estas aplicaciones pueden observarse en la Figura 5.1, donde la imagen izquierda corresponde a AssistTask y la imagen derecha a AssistOut. Es destacable como ambas aplicaciones comparten un elemento común: muestran el contenido de manera secuencial.

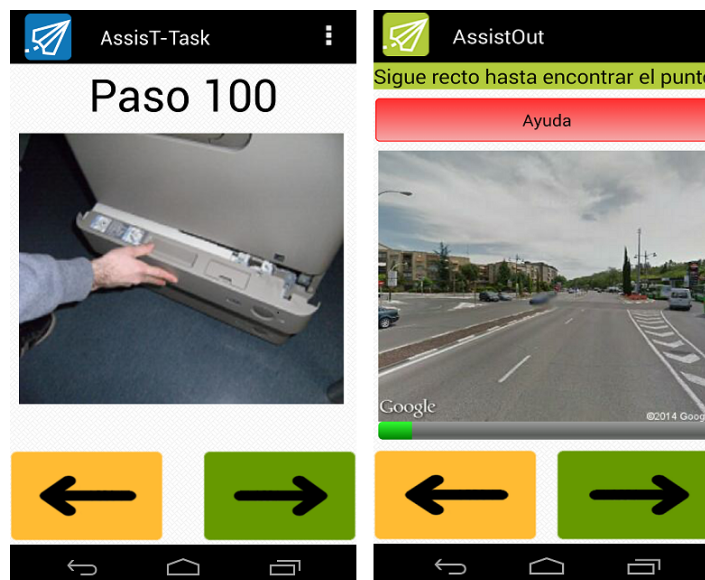


Figura 5.1: Herramientas Assist

Para obtener esta secuencialidad en las aplicaciones prototipo se decide implementar una aplicación de tipo cuento-aprendizaje donde los usuarios aprendan la **Historia del**

**Transporte.** Además, con el objetivo de polarizar lo menos posible las pruebas, se incluirá en cada prototipo un contenido alternativo, en este caso, el contenido será la **Historia de la Arquitectura**.

Estas aplicaciones se compondrán de un total de seis imágenes donde, por cada imagen, se mostrará el año o siglo de su invención. Los elementos utilizados como contenido son los mostrados en la Figura 5.2

Imagen	Nombre	Año	Imagen	Nombre	Siglo
	El coche	1672		El acueducto	1
	El globo	1783		La Catedral de Santiago	12
	El tren	1814		La Alhambra	14
	La bicicleta	1816		El Escorial	16
	El submarino	1864		La Puerta de Alcalá	18
	El avión	1903		El Guggenheim	20

Figura 5.2: Elementos de las aplicaciones

### 5.3. Entorno de desarrollo

En el año 2013 durante la conferencia de Google I/O se anunció el lanzamiento de Android Studio. Un nuevo *IDE* (Entorno de Desarrollo Integrado) como alternativa al *Eclipse ADT*. Este entorno, a diferencia del *Eclipse ADT*, no es una extensión sino que, utilizando como base un *IDE* (IntelliJ) han desarrollado un entorno nuevo y completamente adaptado.

Las ventajas de utilizar Android Studio, respecto de Eclipse radican principalmente en su capacidad de mostrar en directo los cambios del diseño de las aplicaciones en las diferentes resoluciones existentes en Android. Además su editor de *layouts* es mucho más rico y permite crear interfaces más fácilmente.

En la Figura 5.3 se puede observar el editor de disposiciones de Android Studio y su capacidad de mostrar la apariencia de una interfaz en diferentes dispositivos.

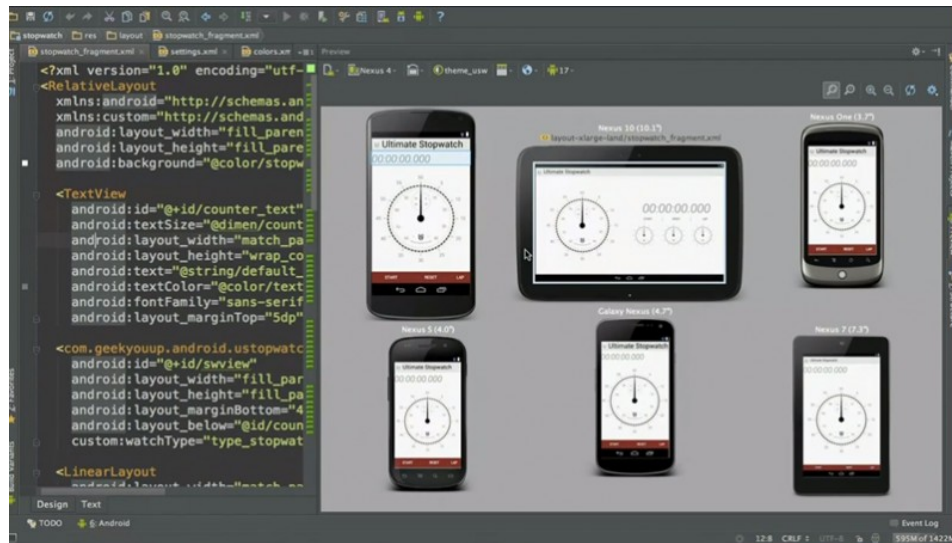


Figura 5.3: Editor de layouts de Android Studio

Además del apartado del diseño, Android Studio utiliza el sistema *Gradle* a la hora de compilar los proyectos, en teoría mucho más eficiente que el utilizado por Eclipse.

## 5.4. Modelo de diseño

El modelo de diseño a seguir es el Diseño Centrado en el Usuario. Este proceso consiste en analizar de manera exhaustiva las necesidades, deseos y limitaciones del usuario final.

Este modelo de diseño suele tener como norma general las siguientes etapas:

**Conocer a fondo a los usuarios finales** Esta etapa suele llevarse a cabo normalmente usando investigación cualitativa o cuantitativa. Esta información se encuentra recogida en los capítulos 3 y 4. Se ha ido recopilando mediante la investigación de artículos científicos, mediante entrevistas con profesores de la Fundación Down Madrid y gracias a la experiencia aportada por los miembros del *AmILab*.

**Diseñar un prototipo que resuelva sus necesidades** Y se ajuste a sus capacidades, expectativas y motivaciones. Esta etapa es el tema principal de este capítulo. Debido a la dificultad de involucrar al usuario de manera continua en el desarrollo se ha mantenido el contacto con profesores y cuidadores de un centro perteneciente a la Fundación Down Madrid.

**Poner a prueba lo diseñado, normalmente usando test de usuarios** En el capítulo 6 se describen y analizan las pruebas realizadas en usuarios.

Un ejemplo del desarrollo de un software mediante el modelo de diseño *UCD* (Diseño Centrado en el Usuario) sería el mostrado en la Figura 5.4. En esta figura se puede ver como en todas las etapas de la elaboración del software el usuario se encuentra implicado a modo de protagonista.



Figura 5.4: Ejemplo de Diseño Centrado en el Usuario

## 5.5. Prototipo adaptado

El prototipo adaptado nos permitirá conocer mediante la realización de pruebas la validez de la guía de diseño. Este prototipo se llevará a cabo tomando como base para la interfaz la guía propuesta en el capítulo 4.

### 5.5.1. Requisitos específicos

El prototipo adaptado cuenta con los siguientes requisitos específicos extraídos de la guía de diseño y de las necesidades específicas:

- Utilización de Swipe junto a botones como método de navegación.
- Uso de salida por voz con las descripciones y años de los medios de transportes.
- Uso adecuado del espacio negativo.
- Textos e imágenes de tamaños adecuados a la lectura y visionado en personas con discapacidad.
- Barra de progreso donde el usuario pueda ver donde se encuentra dentro de la aplicación.

- Eliminación de todo tipo de menús que puedan confundir al usuario.
- Asociación de los elementos mediante colores (Todos los botones de un mismo color, toda la información de un mismo color).
- Respuesta háptica y visual en todos los botones de la aplicación.

### 5.5.2. Diseño

El diseño del prototipo adaptado es el alma del proyecto y por tanto ha ido pasando por distintas etapas hasta conseguir un aspecto que cumpliera con la guía de diseño adaptada y los consejos dados por los profesionales del centro.

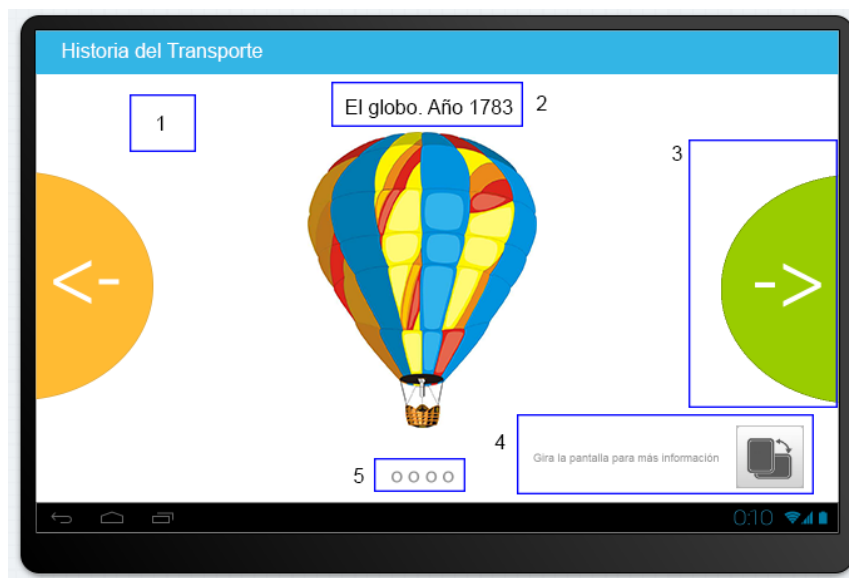


Figura 5.5: Primera aproximación de diseño adaptado

En un primer momento se realizó un *mockup* (Prototipo no funcional, exclusivamente gráfico) como el mostrado en la Figura 5.5. Sin embargo este diseño presentaba los siguientes problemas:

1. Existía un espacio negativo demasiado amplio y continuo. El color blanco usado de manera tan generalizada puede llegar a cansar la vista.
2. El texto quedaba ensombrecido por la imagen. Probablemente los usuarios se fijarían demasiado en la imagen y demasiado poco en el texto.
3. Los botones eran de diferente color, además de que, las flechas utilizadas eran símbolos y no flechas reales.

4. Pedir al usuario que gire el dispositivo para obtener más información es poco útil además de complicado.
5. La barra de progreso no es tal y puede llevar a confusión.

Vistos estos inconvenientes y después de algunas entrevistas con cuidadores y con profesores de la Fundación Down Madrid se decidió probar a realizar otro diseño, en esta ocasión, presentando un aspecto esquemático (Aspecto que imita al objeto al que pretende suplir la aplicación).

Este diseño es el mostrado en la Figura 5.6. Finalmente se decidió que no era una solución adecuada por los siguientes motivos:

1. La interfaz estaba demasiado sobrecargada con las flechas y las páginas asomando por los laterales de la pantalla. Además, las flechas y el texto eran del mismo color, lo cual de acuerdo con la guía de diseño propuesta es incompatible.
2. El fondo resultaba demasiado llamativo y tenía posibilidades de distraer al usuario.



Figura 5.6: Segunda aproximación de diseño adaptado

En última instancia se llegó al diseño definitivo mediante la solución de los errores mostrados en los diseños previos con el resultado final mostrado en la Figura 5.7.

En este último diseño se han conseguido las siguientes características:

- El fondo, negro, realza la imagen y el texto y evita que el usuario se distraiga con elementos inútiles.



- Los botones tanto de avance como de retroceso y el botón de salida por voz son del mismo color, induciendo así una asociación entre el color y la acción.
- Los botones se encuentran sombreados y biselados para dar así sensación de relieve.
- La información (Barra de progreso y texto) son del mismo color asociándolo a información.
- Se ha añadido respuesta háptica a los botones ya que Android no la proporciona por defecto.



Figura 5.7: Diseño definitivo

### 5.5.3. Swipe

En el apartado 4.7 se explica la utilidad que proporciona Swipe a la hora de conseguir una navegación guiada por el contenido. Esta navegación permite moverse de una pantalla a otra mediante un simple gesto horizontal equivalente al gesto de *scroll* vertical. Con el objetivo de conseguir una navegación adecuada se ha decidido implementar Swipe en el prototipo adaptado.

La implementación de Swipe requiere, en primera instancia, de un *ViewPager*. Esta clase es la encargada de interpretar los gestos (Tanto de avance como de retroceso). La configuración de esta clase es muy sencilla como se puede ver a continuación:

---

```
// MainActivity.java
```

```
// Buscamos el ViewPager que hemos insertado en nuestro XML
```

---

```
mViewPager = (ViewPager) findViewById(R.id.pager);  
// Seleccionamos el Adaptador a utilizar (Explicado ms adelante)  
mViewPager.setAdapter(mSectionsPagerAdapter);  
// Elegimos el nmero de pantallas a almacenar en la RAM del dispositivo  
mViewPager.setOffscreenPageLimit(3);
```

---

Como se menciona en el código, es necesario un adaptador asociado al *ViewPager*. Este adaptador funciona como gestor de contenido. Es el encargado de mostrar el contenido deseado dependiendo de la página en la que nos encontremos.

Existen dos adaptadores principalmente, uno de ellos que almacena en RAM todas las páginas que el usuario ha visitado y otro de ellos que las va eliminando y añadiendo según se necesita. Este último se utiliza en dispositivos con escasa RAM o cuando se desea modificar, añadir y eliminar contenido dinámicamente. En el caso de esta aplicación se ha decidido utilizar el adaptador dinámico o también llamado *FragmentStatePagerAdapter*.

La manera más sencilla de utilizarlo es realizando una extensión de la clase como se muestra a continuación:

---

```
// MainActivity.java
```

```
public static class SectionsPagerAdapter extends FragmentStatePagerAdapter {  
  
    public SectionsPagerAdapter(FragmentManager fm) {  
        super(fm);  
    }  
  
    @Override  
    public Fragment getItem(int position) {  
        // getItem es llamado cuando el ViewPager reclama nuevo contenido.  
        // Su parametro es la posicin del contenido  
        // Devuelve un PlaceholderFragment (Una nueva instancia del  
        // fragmento deseado).  
        if(position==0)  
            return FragmentoInicial.newInstance(0);  
        else if (position > 0 && position != 7)  
            return FragmentoHistoria.newInstance(position);  
        else  
            return FragmentoFin.newInstance(position);  
    }  
  
    @Override  
    public int getCount() {  
        // Numero de paginas con las que se cuenta.  
        return 8;  
    }  
}
```

---

En última instancia se necesita el contenido en sí que se quiere mostrar. Para ello

se han implementado tres *Fragment*. Un *Fragment* es una porción de interfaz de usuario perteneciente a una actividad. Estos Fragment son:

**FragmentoInicial** Fragmento cuyo contenido es una bienvenida a la aplicación y una breve descripción de las tareas del usuario.

**FragmentoHistoria** Fragmento cuyo contenido es la Historia del Transporte. Este contenido varía dependiendo de la posición del mismo.

**FragmentoFinal** Se agradece al usuario su participación y se le da la posibilidad de salir de la aplicación.

## 5.6. Prototipo sin adaptar

El prototipo sin adaptar es la aplicación con la que se llevarán a cabo las comparaciones de usabilidad respecto a la adaptada. Su interfaz de usuario se basará, como norma general, en la guía de desarrollo de Android [11].

### 5.6.1. Requisitos específicos

Este prototipo al no ser adaptado a personas con discapacidad tiene una serie de requisitos específicos un poco más laxos, muchos de los cuales son extraídos directamente de la guía de desarrollo de Android[11]. Los requisitos específicos del prototipo sin adaptar son:

- Uso de pantalla dividida, con el menú a un lado y las imágenes y botones al otro lado.
- Imágenes encuadradas con botones de zoom.
- Botones situados en una barra inferior y con el tamaño recomendado por Google para los elementos de interacción, es decir, 49dp (Unidades de densidad).
- Menú que permita saltar entre imágenes situado a la izquierda, mostrado tanto cuando la tableta se encuentra en vertical como en horizontal.
- Botón de inicio que permita volver a la pantalla inicial.
- Texto de descripción del elemento en azul turquesa.
- Repuesta háptica y visual de los botones ofrecida por Google.

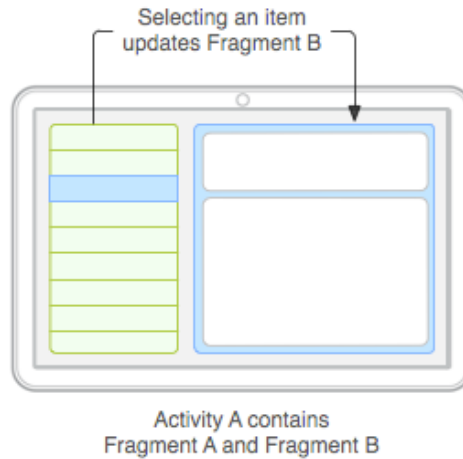


Figura 5.8: Diseño multipanel

### 5.6.2. Diseño

Según Google, es importante no desperdiciar espacio a la hora de diseñar disposiciones en tabletas. Como solución a esto propone la utilización de disposiciones *Multipane* o Multipanel.

Un ejemplo de pantalla Multipanel se encuentra en la Figura 5.9. En esta figura se puede observar como la pantalla se encuentra dividida en dos *Fragment* donde, el que está situado más a la izquierda, muestra una lista de opciones y, el situado a la derecha, el contenido principal. Este contenido principal debe actualizarse cada vez que se selecciona un elemento en la lista de opciones.

Para conseguir este resultado solo es necesario modificar el archivo *XML* correspondiente al *layout* de la actividad donde se quiere mostrar una pantalla multipanel. Esto se consigue de la siguiente manera:

---

```
// layout-600dp.xml
```

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<LinearLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    <!-- El panel ha de orientarse en horizontal -->
    android:orientation="horizontal"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:id="@+id/frags">
    <!-- "Fragmento Opciones" -->
    <fragment class="com.amilab.hdt.OptionList"
        android:id="@+id/optionlist_frag"
        android:layout_width="@dimen/options_size"
```

---

```
        android:layout_height="match_parent"/>
    <!-- "Fragmento Detalles" -->
    <fragment class="com.amilab.hdt.DetailsFragment"
        android:id="@+id/details_frag"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent" />
</LinearLayout>
```

---

Finalmente, teniendo en cuenta estos requisitos se consigue la interfaz mostrada en la Figura 5.9.

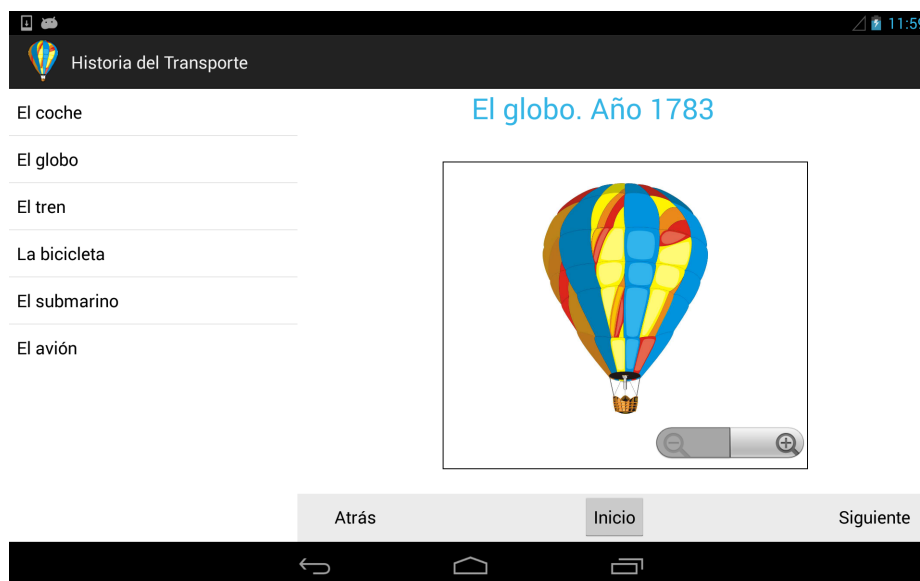


Figura 5.9: Diseño no adaptado

## 5.7. Registro

Uno de los requisitos compartidos por ambos prototipos es el poder registrar toda acción que se efectúe dentro de la aplicación. Para ello se ha utilizado una clase creada por los miembros del AmILab llamada AssistLog.

Esta clase no es más que un *wrapper* (Envoltura de otra clase) del registro de Android que permite guardar la actividad y mandarla por correo de manera sencilla.

Los elementos registrados dentro de la aplicación incluyen:

- Modelo y marca de la tableta
- Tamaño de la pantalla
- Resolución

- Hora de ejecución
- Orientación inicial y cambios de orientación
- Pulsaciones de botones y localización X e Y de la pulsación.
- Toques fallidos en la pantalla (Es decir, toques a lugares no interactivos)
- Uso de Swipe (Interfaz adaptada) o intento de Swipe (Interfaz sin adaptar).

Se puede ver un log extraído de las pruebas y como interpretarlo en el Anexo A.



## 6 | Pruebas y Resultados

Una vez implementados los prototipos es necesario realizar pruebas para poder así analizar el comportamiento de los usuarios a la hora de utilizarlos. Debido a la naturaleza intrínseca del proyecto en materia de diseño las pruebas a realizar serán pruebas de usabilidad.

Estas pruebas de usabilidad tienen la particularidad de hacerse en personas en situación de discapacidad y, por tanto, se han personalizado algunos elementos para hacerlos acordes a estas personas.

La realización de las pruebas se han llevado a cabo en colaboración con el Centro de 3 Olivos perteneciente a la fundación *Down Madrid*.

Además de las pruebas de usabilidad, se han llevado internamente en el laboratorio pruebas para comprobar la ausencia de errores en las aplicaciones. El objetivo de estas pruebas ha sido asegurar su estabilidad a la hora de realizar las pruebas con usuarios finales.

### 6.1. Dispositivos utilizados

Los dispositivos utilizados para la ejecución de las pruebas han sido tabletas Android. Estos dispositivos y sus respectivas características técnicas son mostrados en la Tabla 6.1.

Dispositivo	Pantalla	Resolución	Versión de Android
Samsung Nexus 10	10"	2560x1600px (300ppi)	4.4
Asus Nexus 7	7"	1280x800px (216ppi)	4.2

Tabla 6.1: Dispositivos utilizados en pruebas

La utilización de dos tabletas de diferente tamaño de pantalla tiene como objetivo el poder comprobar la posible tendencia a la horizontalidad o verticalidad de estos dispositi-



tivos como se ha discutido en el apartado 4.5

## 6.2. Escenario

Las pruebas han tenido lugar en un aula del Centro de 3 Olivos. Dentro del aula se dispusieron tres puestos para la realización de las pruebas, a saber:

**Prueba con tableta** En este puesto el participante realizaba la prueba de la aplicación en cuestión (Adaptada/Sin adaptar) mientras se grababa en vídeo su uso.

**Prueba de aprendizaje** En este puesto el participante realizaba la prueba de memoria con la que se pretende observar la utilidad de la interfaz en el aprendizaje.

**Cuestionario de usabilidad** Con el objetivo de obtener *feedback*, en este puesto se le realiza un cuestionario al participante acerca de la usabilidad de la aplicación.

## 6.3. Participantes

Los individuos participantes de las pruebas son 28 alumnos seleccionados de dos clases del Centro de 3 Olivos con discapacidades intelectuales heterogéneas y, por tanto, con un nivel cognitivo variable.

En la Figura 6.1 se puede observar la distribución de géneros entre los participantes y, en la Figura 6.2, la distribución por rango de edad.

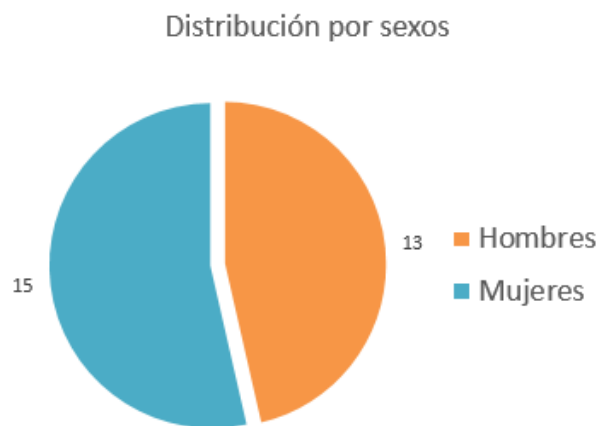


Figura 6.1: Distribución de participantes por género

De manera previa a las pruebas se les realizó a los participantes un cuestionario de uso de tabletas y *smartphones* el cual puede observarse en el Anexo B. Con este cuestionario se pretende recavar información acerca de como el usuario utiliza las aplicaciones

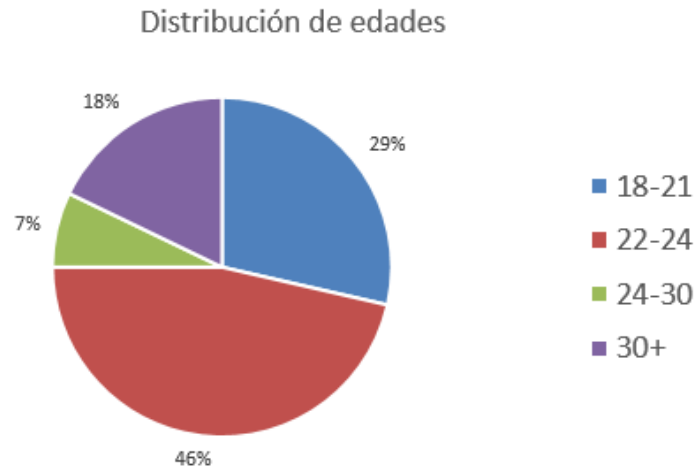


Figura 6.2: Distribución de participantes por edades

dependiendo de si ya ha utilizado alguno de estos dispositivos con anterioridad.



Figura 6.3: Participantes que poseen tablet

De los resultados obtenidos del cuestionario se han conseguido, entre otros datos, el número de participantes que poseen un *tablet* como muestra la Figura 6.3. En la Figura 6.4 se recoge, de los participantes que poseen uno de estos dispositivos, cuanto lo usan.

## 6.4. Metodología

La metodología ha sido uno de los aspectos clave para llevar a cabo satisfactoriamente las pruebas. Esta metodología ha sido realizada de acuerdo a las opiniones de expertos del laboratorio y de las concesiones de tiempo y espacio del Centro de 3 Olivos.

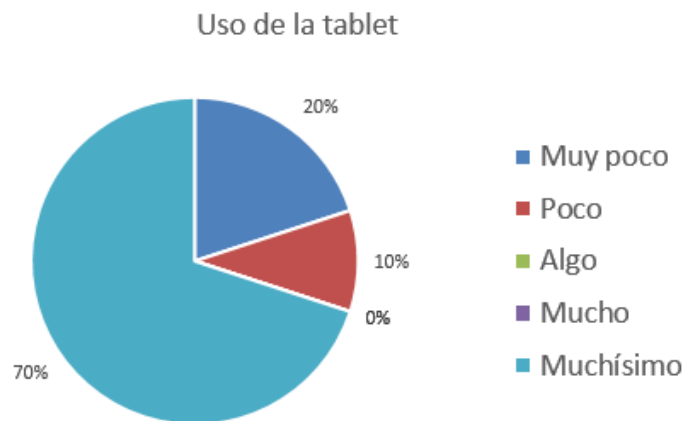


Figura 6.4: Uso del tablet

El Centro permitió la realización de pruebas con una duración de dos días, durante los cuales se tendría acceso a los 28 participantes. Teniendo esto en cuenta y, con el objetivo de evitar en la medida de lo posible resultados distorsionados durante las pruebas, se decidió dividir a los 28 participantes en dos grupos de 14 personas donde, cada grupo, probaría una aplicación diferente dependiendo del día.

Dentro de estos subgrupos, había que asignar a los participantes tabletas de diferente tamaño para así cubrir todas las posibilidades de uso. Esta asignación se realizó de manera totalmente arbitraria donde 7 personas de un grupo usarían la tableta de 7" y las otras 7 personas la tableta de 10". Durante el segundo día las personas intercambiarían tabletas. Finalmente, la realización de las pruebas se llevaron a cabo como muestra la Figura 6.5.

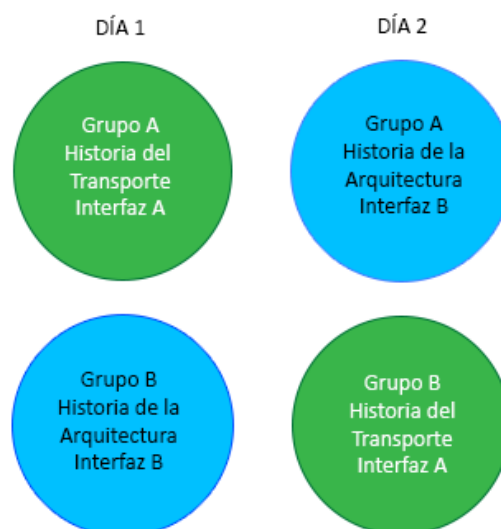


Figura 6.5: Organización de las pruebas

Siguiendo la organización descrita se elaboró una **Hoja de Participación** donde se detallan estos aspectos, este documento se encuentra en el Anexo C. Esta hoja de participación ha tenido como función facilitar un control del orden de los participantes, conocer quienes son y asignar tanto la herramienta como la tableta que han de utilizar.

Con el objetivo de evaluar una posible mejora del aprendizaje se decide llevar a cabo una pequeña **prueba de aprendizaje** a los usuarios. Esta prueba se realiza una vez usadas las aplicaciones prototipo.

Un ejemplo de esta prueba se puede ver en la Figura 6.6. Como puede verse en la imagen, la prueba consiste en un casillero donde se muestran los años en los que se inventaron los medios de transporte vistos en la aplicación (O edificios en el caso de la historia de la arquitectura) desordenados. El objetivo es colocar unas fichas, como la mostrada en la figura, en la casilla correspondiente.

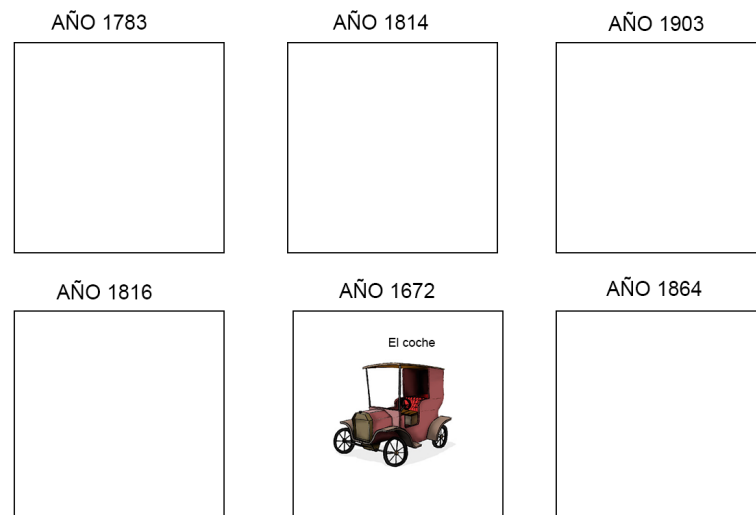


Figura 6.6: Prueba de aprendizaje

Una vez finalizadas las pruebas, se ha de realizar al usuario un cuestionario de usabilidad para poder así recibir *feedback*. Con el objetivo de adaptarse al usuario este cuestionario es una reducción del extendido *USE Questionnaire*[19]. El cuestionario ha sido realizado de manera oral con el objetivo de facilitarle al participante su realización lo máximo posible. Este cuestionario se encuentra en el Anexo D.

Definidos tanto los participantes, los grupos, las herramientas a utilizar por cada uno y la organización de las pruebas, se propone el siguiente **protocolo de pruebas**:

- Se escoge a un participante y se le saca de la clase.

- Se le ofrece sentarse en el puesto de prueba con tableta. Se le enseña el funcionamiento de la aplicación mediante un tutorial.
- Se le comenta el tiempo que tendrá para aprender los elementos de la aplicación (3 minutos) y que se le harán unas preguntas después acerca de lo que ha visto.
- Se le entrega en mano la tableta con la aplicación. Se comienza a cronometrar y a grabar en vídeo. En la Figura 6.7 se puede ver a una participante realizando la prueba de la tableta.
- Una vez pasado los tres minutos o cuando el participante avise de haber terminado de aprender los elementos, se sitúa al participante en el puesto de prueba de aprendizaje. Se comenta el funcionamiento de la actividad y se comienza a cronometrar (3 minutos).
- Una vez finalizada la prueba de aprendizaje se apunta la tasa de aciertos/fallos y posibles conjeturas.
- Se le realiza oralmente a través de Google Drive el cuestionario de usabilidad.
- Se le acompaña a la clase donde se escogerá al siguiente participante.



Figura 6.7: Participante durante la prueba de la tableta

## 6.5. Resultados

Los resultados de las pruebas se han obtenido mediante el análisis de: los *logs* de las aplicaciones, los vídeos de las pruebas y los cuestionarios de uso y usabilidad. Estos resultados han sido clasificados en tres apartados en función del ámbito del análisis, a saber:

**Hábitos de uso** En este apartado se analiza los hábitos de uso de los dispositivos. Estos hábitos incluyen: Apoyo del dispositivo sobre la mesa, uso en vertical u horizontal, cambios en la orientación etc.

**Problemas de uso** En este apartado se recogen los problemas experimentados por los usuarios a la hora de utilizar las aplicaciones, estos problemas pasan desde problemas de lectura, toques fallidos en la pantalla etc.

**Aprendizaje** En esta sección se analiza la mejora en el aprendizaje a la hora de utilizar una aplicación con la interfaz adaptada en comparación con una sin adaptar. También se analizan los tiempos dedicados por los usuarios al aprendizaje.

Una vez vistos estos apartados se comentarán los resultados obtenidos en el cuestionario de usabilidad.

### 6.5.1. Hábitos de uso

Los hábitos de uso de un dispositivo involucran las maneras en las que los usuarios utilizan los mismos. Estos hábitos de uso son determinados por la manera en la que un usuario sujeta un dispositivo, en que posición, si lo gira etc. Muchas veces los fabricantes dan forma a los dispositivos de tal manera que incitan u obligan al usuario a cogerlos de cierta manera, por ejemplo: los mandos de las videoconsolas.

En el caso de las tabletas algunos de los interrogantes de hábitos de uso son:

- ¿Existe una tendencia a la horizontalidad o verticalidad? ¿Depende del tamaño de la pantalla?
- ¿El usuario va a cambiar la orientación del dispositivo mientras usa mi aplicación?
- ¿Va a sujetar la tableta o va a dejarla en la mesa?
- ¿Utiliza el dispositivo con una o dos manos?

Para llegar a una respuesta aproximada de estos interrogantes se han analizado los registros de las aplicaciones y los vídeos realizados durante las pruebas obteniendo las

siguientes conclusiones.

Durante las pruebas se fueron entregando a los usuarios los dispositivos en una determinada orientación (La mitad de usuarios en vertical y la mitad en horizontal) para así comprobar si el usuario se sentía cómodo en esa orientación o si por el contrario decidía cambiarla. De los 28 participantes 6 de ellos cambiaron de orientación al menos una vez durante el uso de la aplicación sin adaptar. En el caso de aplicación adaptada la cifra asciende a 8 participantes. Es destacable que, en el caso de la aplicación sin adaptar, un total de 2 participantes cambiaron de orientación en más de una ocasión.

En la Figura 6.8 se observa la preferencia de orientación de los participantes en función de la aplicación y la tableta utilizada. En el caso de las 10" se puede observar una cierta tendencia a la horizontalidad que, en el caso de las 7" se desvanece.

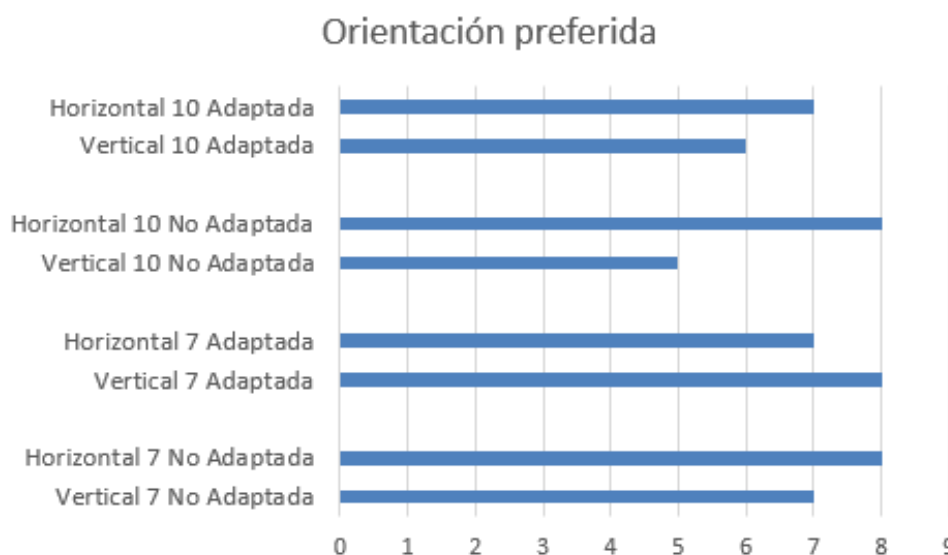


Figura 6.8: Orientación preferida

Aproximadamente la mitad de los participantes apoyan la tableta en la mesa o la terminan dejando encima de ella. Es también destacable que algunos de los participantes han utilizado la interfaz adaptada utilizando una mano para cada botón como se muestra en la Figura 6.9.

### 6.5.2. Problemas de uso

Los problemas de uso ocurren cuando el usuario de una aplicación no es capaz de realizar una acción satisfactoriamente. Para analizar los problemas de uso vamos a tener en cuenta los métodos de navegación utilizados y los problemas experimentados con el



Figura 6.9: Participante interactuando con dos manos

uso de estos métodos.

En el caso de la aplicación no adaptada el método de navegación predeterminado es el botón, ya sea a través de los botones de siguiente y atrás o mediante los botones del *listview*. Por otra parte, en la aplicación adaptada se permite tanto la interacción mediante botones (Siguiendo y atrás) como mediante gestos con el uso de Swipe.

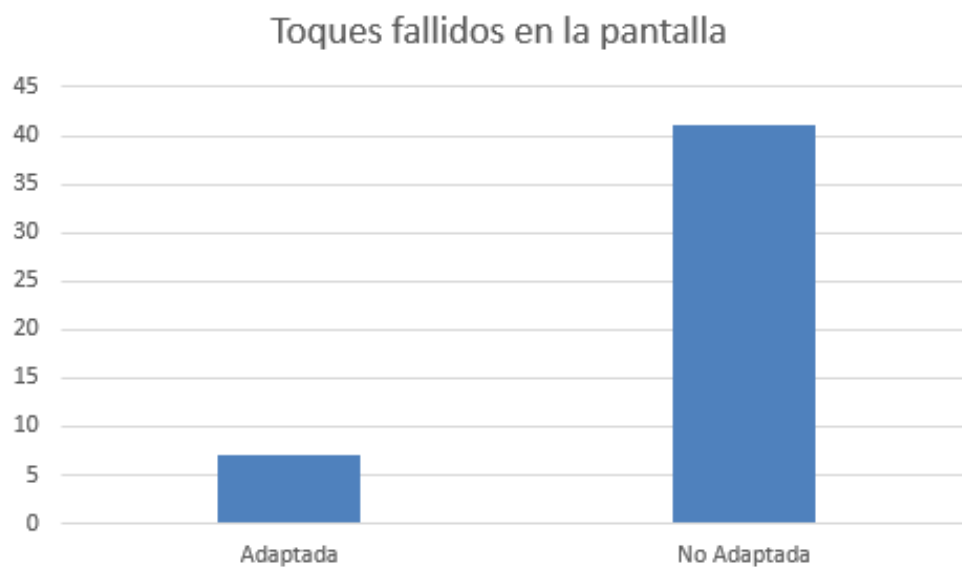


Figura 6.10: Toques fallidos en la pantalla

La medida más llamativa a la hora de analizar los problemas de uso en el caso de las



tabletas es la tasa de acierto/error de la aplicación. Para medir esta tasa se ha analizado el número de toques fallidos en la pantalla. La definición de toque fallido en este caso quiere decir: la realización de una pulsación en un elemento no interactivo de la pantalla, bien sea un espacio en blanco, una imagen etcétera. En la Figura 6.10 se observa la suma de los toques fallidos en la pantalla tanto en la interfaz adaptada como en la interfaz sin adaptar. La interfaz adaptada ha obtenido una tasa de 6 veces menos errores que la interfaz sin adaptar.

En el caso de la interfaz sin adaptar la inmensa mayoría de los toques fallidos se sitúan en los alrededores de los botones siguiente y atrás. Es destacable que dos usuarios han pulsado en la imagen, en vez de pulsar los botones de zoom. Además, durante las pruebas, dos usuarios intentaron realizar el gesto de Swipe.

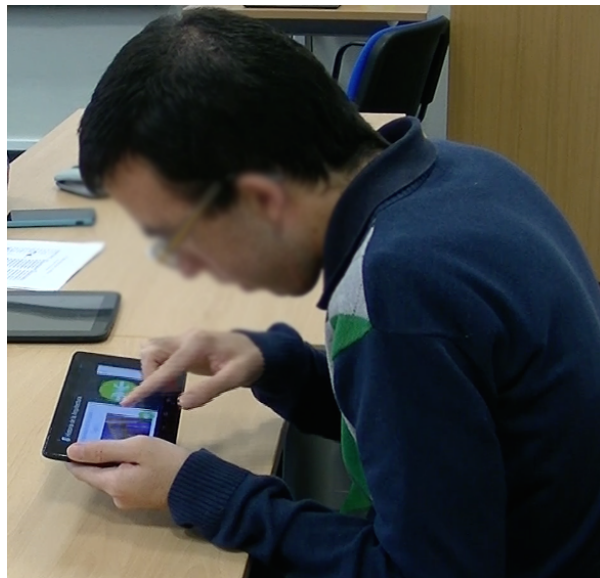


Figura 6.11: Gesto desde los botones

Por otra parte, en la interfaz adaptada, Swipe es el causante de los toques fallidos en la pantalla. Esto es debido a que algunos usuarios no realizan un movimiento suficiente sobre la pantalla o realizan una breve pulsación antes de realizar el gesto. De los participantes, cinco de ellos realizan el gesto de Swipe desde los botones a los que Swipe pretende suplir. Esta acción puede observarse en la Figura 6.11.

### 6.5.3. Aprendizaje

El aprendizaje es el proceso mediante el que se adquieren habilidades, conocimientos, destrezas etc. resultado del estudio, la experiencia o la instrucción.

Uno de los objetivos de las tecnologías para la asistencia es ayudar al usuario con discapacidad a aprender. En este apartado de los resultados se analizarán dos elementos de aprendizaje. El primero de ellos, consistirá en una evaluación de cuanto ha aprendido el usuario de los medios de transporte y la arquitectura mediante el uso de las aplicaciones. El segundo elemento, se centrará en si el usuario ha aprendido a utilizar las aplicaciones de manera rápida.

El aprendizaje del contenido de la aplicación se ha evaluado mediante la prueba de aprendizaje descrita en el apartado 6.5. En la Figura 6.12 se muestra, por cada participante, la diferencia de tarjetas colocadas correctamente en la aplicación adaptada respecto de la aplicación sin adaptar. Tomando como valores notables aquellos superiores a un punto, 8 de los participantes han mejorado en el aprendizaje en contraposición a 1 participante que ha empeorado.



Figura 6.12: Mejora del aprendizaje

El aprendizaje del uso de las aplicaciones ha resultado muy satisfactorio en ambos prototipos y los usuarios afirmaban entender su funcionamiento con rapidez. Sin embargo, durante el desarrollo de las pruebas, dos usuarios pidieron ayuda para utilizar el prototipo sin adaptar.

Otro aspecto en el que los usuarios han mejorado al usar la aplicación adaptada respecto a la aplicación sin adaptar es el tiempo. En la Figura 6.13 se muestra la media de los tiempos sobrantes tanto a la hora de usar la aplicación como a la hora de realizar la

prueba de aprendizaje. En ambos casos se puede observar una mejoría en los tiempos de los usuarios en la aplicación adaptada que alcanza los 12 segundos.

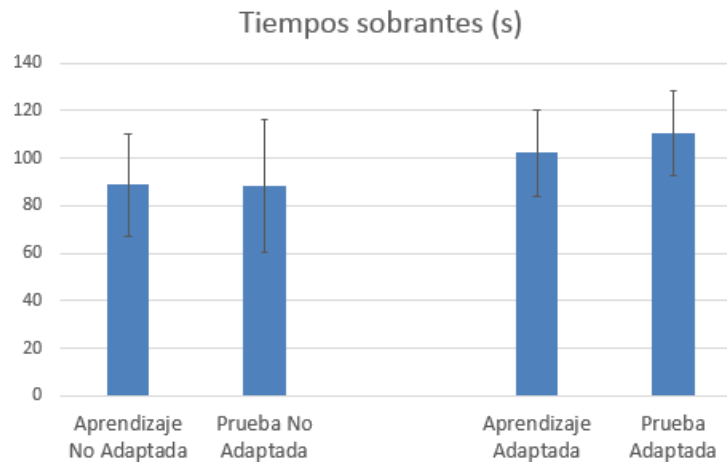


Figura 6.13: Tiempo sobrante del aprendizaje

#### 6.5.4. Cuestionario de usabilidad

El cuestionario de usabilidad se llevó a cabo con el objetivo de obtener *feedback* de los usuarios una vez probados ambos prototipos. Sin embargo, muchos de los resultados del cuestionario están, en cierta manera, desvirtuados. Los usuarios tienen dificultades para recordar la interfaz que habían utilizado el día anterior ya que ante las preguntas: “¿Qué es lo que más te ha gustado?” y “¿Qué es lo que menos te ha gustado?” en muchas ocasiones han respondido elementos del contenido como: “La foto del globo” o “Tener que recordar años”.

A pesar de ello, los resultados han sido bastante positivos y, una gran mayoría de los usuarios, afirman que la aplicación adaptada no les ha requerido mucho esfuerzo a la hora de utilizarla y que les ha resultado una experiencia agradable.

Habiendo recopilado los resultados más relevantes del cuestionario de usabilidad se ha obtenido el diagrama mostrado en la Figura 6.14. En este diagrama puede observarse como todas las variables, exceptuando la utilización sin instrucciones, sobrepasan el 4. Esto demuestra que el diseño realizado es satisfactorio y que la respuesta de los usuarios ha sido la adecuada.

#### 6.5.5. Conclusiones

Las pruebas realizadas con los prototipos han resultado esclarecedoras a la hora de validar las pautas de diseño propuestas. Los principios obtenidos de la investigación han

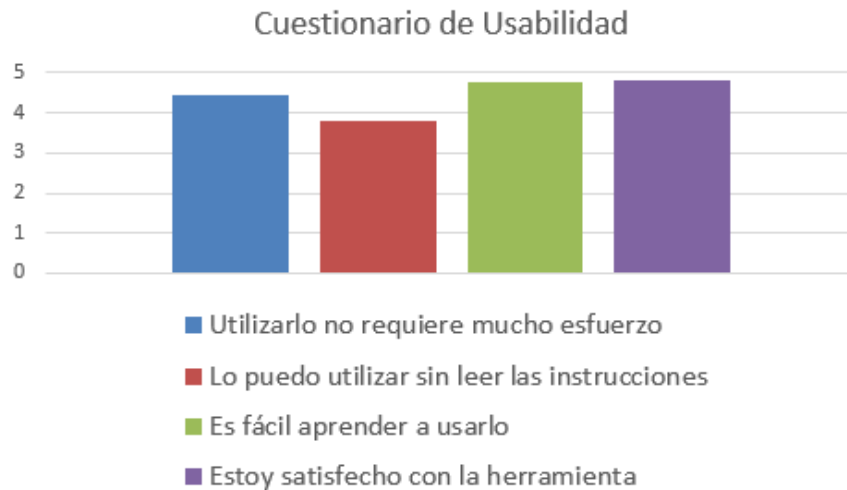


Figura 6.14: Cuestionario de Usabilidad

resultado finalmente válidos y, en la mayoría de los aspectos, han dado mejores resultados para los usuarios que una interfaz sin adaptar.

Asimismo, al haberse realizado en sujetos con discapacidades muy variables, resulta de especial interés debido a la escasa documentación existente para tabletas centradas en este colectivo.

Los usuarios han mostrado mejoras significativas en el aprendizaje mejorando un total de 8 de los participantes. Además, la tasa de toques fallidos en pantalla ha sido inferior en la interfaz adaptada por una diferencia cercana al 600 % respecto de la interfaz sin adaptar.

Es destacable que, a pesar de que una interfaz adaptada ofrece claras ventajas al usuario discapacitado, este es capaz de adaptarse mediante ayuda a interfaces sin adaptar que no sean demasiado complejas, como la mostrada en el prototipo.

Como parte negativa de las pruebas, la realización del cuestionario de usabilidad no ha resultado tan relevante como se esperaba y los resultados han sido, por norma general, poco relevantes. La dificultad para recordar lo acontecido el día anterior y la distorsión ocasionada debido a la preferencia por una temática u otra ha ocasionado que los resultados no fueran tan precisos como se esperaban.



## 7 | Adaptación de las aplicaciones Assist

En este capítulo se mostrarán las posibles interfaces adaptadas de las herramientas Assist mediante la aplicación de la guía de diseño propuesta. Además se analizarán algunos posibles conflictos de las versiones actuales para móviles.

### 7.1. AssistTask



Figura 7.1: Herramienta AssistTask. En la izquierda la pantalla principal. En la derecha la selección de usuario

La aplicación AssistTask es una herramienta para la ayuda y el aprendizaje a la hora de realizar tareas cotidianas. Su interfaz es la mostrada en la Figura 7.1. Se han remarcado con cuadrados los conflictos existentes actualmente en la interfaz, los cuales son descritos a continuación:

1. Elementos básicos de la interfaz desaparecen o aparecen de una pantalla a otra.
2. Los botones son de diferente diseño y los colores son demasiado similares al fondo.

3. Se duplican las funciones al añadir un botón Salir cuando en Android ya existen los botones *Home* y *Atrás*.
4. La barra de acción muestra el texto demasiado pequeño.
5. El texto mostrado, a pesar de ser de un tamaño considerable comparte color con otros elementos de la interfaz, como las flechas de los botones.
6. Los botones carecen de borde y relieve además de ser de diferente color. La situación de estos botones puede provocar pulsaciones indeseadas en los botones inferiores de Android.

En la Figura 7.2 se muestran unos bocetos de como podría adaptarse AssistTask a tabletas. En estos bocetos se han solucionado los conflictos mostrados previamente y se proporciona una interfaz limpia y sencilla. Además se ha añadido una barra de progreso donde el usuario pueda ver cuanto le queda para terminar la tarea.

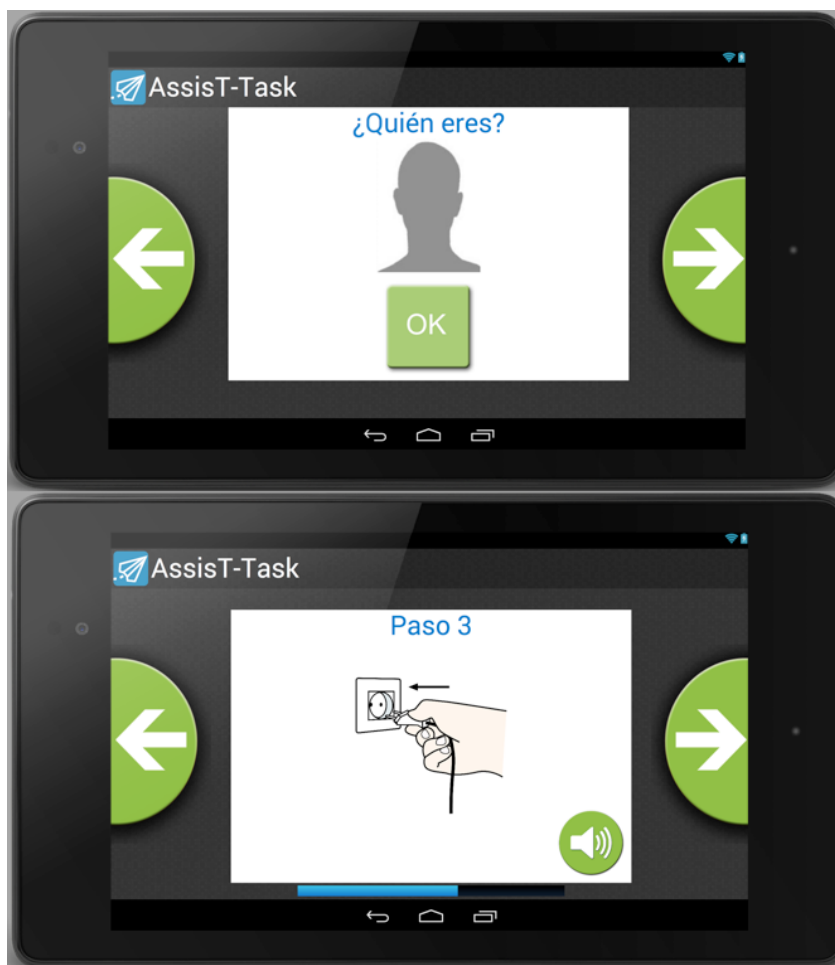


Figura 7.2: Boceto de AssistTask adaptada

## 7.2. AssistOut

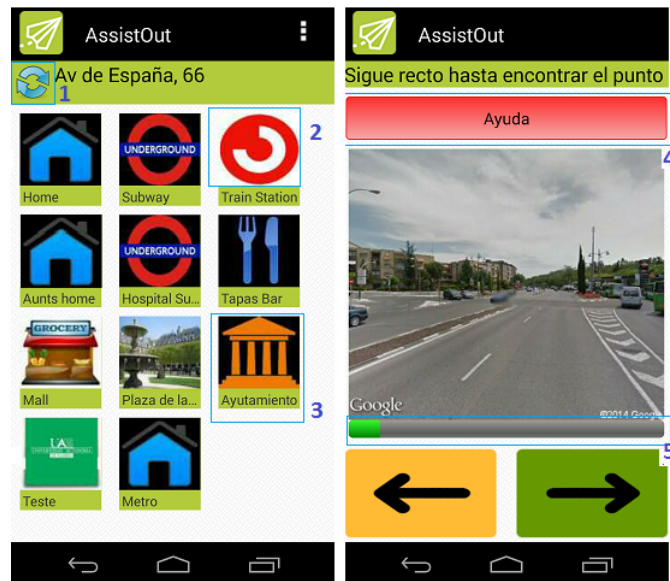


Figura 7.3: Herramienta AssistOut. En la izquierda la pantalla principal. En la derecha la selección de destino

AssistOut es una herramienta de guiado en exteriores cuyo objetivo es suplir a Google Navigation como herramienta de navegación en personas con discapacidad. En la Figura 7.3 se muestra una captura de la aplicación. Además de compartir algunos de los conflictos vistos anteriormente en AssistTask habría que añadir los siguientes conflictos:

1. Botón sin aspecto de botón.
2. Los elementos usados para representar destinos deberían de ser del mismo estilo, es decir, imágenes reales, pictogramas etc. no una mezcla de varios.
3. Al compartir el mismo aspecto que las indicaciones mostradas pueden no relacionar que son botones.
4. El botón se encuentra situado en un lugar poco adecuado para el botón de ayuda. La parte inferior derecha sería más adecuada.
5. La barra de progreso comparte color con elementos interactivos. Los elementos informativos han de tener un color y los elementos interactivos han de tener otro.

Es importante mantener una interfaz consistente entre las herramientas Assist ya que se pretende, en un futuro, fusionarlas. Por ello y partiendo de los diseños de AssistTask adaptado y los prototipos realizados durante el proyecto, se han realizado los bocetos mostrados en la Figura 7.4. Se han dejado en blanco los botones de destino a falta de elegir el tipo de imágenes que se deseen mostrar, es decir, imágenes reales o pictogramas.





Figura 7.4: Boceto de AssistOut adaptado

## 8 | Conclusiones

El proyecto presentado tiene como meta final sentar las bases para la adaptación de las aplicaciones desarrolladas por el *AmILab* para *smartphones* a tabletas Android. No obstante, existe actualmente una carencia de documentación científico-técnica acerca del desarrollo de interfaces de usuario efectivas para usuarios con discapacidad en tabletas. Debido a la dificultad de adaptar directamente las herramientas *Assist* a tabletas sin esta documentación, se ha decidido llevar a cabo una investigación en términos de diseño.

Estas pautas de diseño surgen de la recopilación de artículos científicos cuyos objetivos son otras plataformas como las *PDA*s, la web, el ordenador de escritorio etc. O bien otros colectivos, como los usuarios sin discapacidad.

Debido a esta diferencia de objetivos, se hizo necesaria su validación mediante la implementación de dos prototipos: El prototipo adaptado y el prototipo sin adaptar. La implementación de estos prototipos se realizó con la intención de llevar a cabo pruebas con usuarios en situación de discapacidad. Además, la decisión de implementar un prototipo sin adaptar tiene como finalidad tener un elemento de comparación base, cuyo contenido sea idéntico al adaptado, para así obtener resultados lo más verídicos posibles.

Estos prototipos están a su vez orientados teniendo en mente la futura adaptación de las aplicaciones *Assist* y, para ello, se han diseñado de tal manera que la interfaz propuesta en ellos sea fácilmente adaptable a estas herramientas.

Las pruebas de usabilidad se han llevado a cabo gracias a la colaboración del Centro de 3 Olivos perteneciente a la Fundación Down Madrid. Estas pruebas de usabilidad han tenido como objetivos: comprobar la utilidad de un diseño adaptado frente a un diseño sin adaptar y validar la guía de diseño propuesta. El estudio se ha llevado a cabo en un número elevado de participantes cuyas discapacidades cognitivas varían significativamente con el propósito de cubrir un gran número de casos de uso.

Los resultados arrojados por las pruebas han resultado muy positivos en el caso del prototipo cuya interfaz se encuentra adaptada. Los usuarios muestran una mejora signi-

ficativa en el aprendizaje y, la tasa de errores a la hora de realizar pulsaciones sobre la pantalla, es muy baja. Estos resultados permiten por tanto la validación de las pautas de diseño propuestas.

Este proyecto se establece como un primer paso en la adaptación de las aplicaciones desarrolladas en el *AmILab* a tabletas Android.

## 9 | Trabajo Futuro

Este estudio ha sido realizado con la intención de obtener una base sobre la que mejorar las aplicaciones Assist y, debido a esto, el trabajo futuro se encuentra enfocado en estas líneas como se muestra a continuación:

**Rediseño de las herramientas Assist** Las herramientas Assist en su versión para móviles poseen algunas imperfecciones de diseño detalladas en el capítulo 7. En dicho capítulo también se muestra como solucionar esas imperfecciones de acuerdo a la guía de diseño elaborada.

**Adaptación de las herramientas Assist** Una vez obtenidas las pautas de diseño detalladas en el capítulo 4 se hace posible la implementación de estas herramientas en tabletas. En el capítulo 7 se dejan unos bocetos válidos según la guía de diseño propuesta para su correcta adaptación.



# Bibliografía

- [1] Iso 9999 assistive products for persons with disability classification and terminology., 2011.
- [2] Andrée-Anne Boisvert, Luc Paquette, Hélène Pigot, and Sylvain Giroux. Design challenges for mobile assistive technologies applied to people with cognitive impairments. In Mounir Mokhtari, Ismail Khalil, Jérémy Bauchet, Daqing Zhang, and Chris Nugent, editors, *Ambient Assistive Health and Wellness Management in the Heart of the City*, volume 5597 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 17–24. Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- [3] Stephen Brewster. Overcoming the lack of screen space on mobile computers. *Personal Ubiquitous Comput.*, 6(3):188–205, January 2002.
- [4] C Marlin Brown. *Human-computer interface design guidelines*. Intellect Books, 1999. Chapter 4.
- [5] Melissa Dawe. Desperately seeking simplicity: How young adults with cognitive disabilities and their families adopt assistive technologies. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '06, pages 1143–1152, New York, NY, USA, 2006. ACM.
- [6] Zelai de Urturi Breton, Fernando Hernandez, Amaia Zorrilla, and Begona Zapirain. Mobile communication for intellectually challenged people: a proposed set of requirements for interface design on touch screen devices. *Communications in Mobile Computing*, 1(1):1, 2012.
- [7] Sides W.H. Hunt R.M. & Rouse W.B Frey, P.R. *Computer-generated display system guidelines, Vol. 1: Display Design*. 1983.
- [8] Mark G Friedman and Diane Nelson Bryen. Web accessibility design recommendations for people with cognitive disabilities. *Technology and Disability*, 19(4):205–212, 2007.
- [9] Krzysztof Z. Gajos, Jacob O. Wobbrock, and Daniel S. Weld. Automatically generating user interfaces adapted to users’ motor and vision capabilities. In *Proceedings of*

- the 20th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '07, pages 231–240, New York, NY, USA, 2007. ACM.
- [10] Javier G. Germontoro, Pablo A Haya, Xavier Alam Susana Alves, and Ma Martz. Adaptive manuals as assistive technology to support and train people with acquired brain injury in their daily life activities. *Personal and ubiquitous computing*, 17(6):1117–1126, 2013.
- [11] Google. Android design guidelines.
- [12] Apple Inc. ios human interface guidelines.
- [13] Matt Jones and Gary Marsden. *Mobile interaction design*. John Wiley & Sons, 2006.
- [14] Hannu Kukka, Heidi Oja, Vassilis Kostakos, Jorge Gonçalves, and Timo Ojala. What makes you click: Exploring visual signals to entice interaction on public displays. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '13, pages 1699–1708, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [15] Libby Kumin, Jonathan Lazar, Jinjuan Feng, Brian Wentz, and Nnanna Ekedebe. A usability evaluation of workplace-related tasks on a multi-touch tablet computer by adults with down syndrome. *Journal of Usability Studies*, 7(4):118–142, 2012.
- [16] Sri Kurniawan. Mobile phone design for older persons. *interactions*, 14(4):24–25, 2007.
- [17] Alan L Liu, Harlan Hile, Henry Kautz, Gaetano Borriello, Pat A Brown, Mark Harniss, and Kurt Johnson. Indoor wayfinding: developing a functional interface for individuals with cognitive impairments. *Disability & Rehabilitation: Assistive Technology*, 3(1-2):69–81, 2008.
- [18] E.F. LoPresti, C. Bodine, and C. Lewis. Assistive technology for cognition [understanding the needs of persons with disabilities]. *Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE*, 27(2):29–39, March 2008.
- [19] Arnold Lund. Measuring usability with the use questionnaire. *Usability and user experience special interest group*, 8(2), 2001.
- [20] Shneiderman Ben Shneiderman and Catherine Plaisant. Designing the user interface 4 th edition. *ed: Pearson Addison Wesley, USA*, 2005.
- [21] D Wechsler. Wechsler adult intelligence scale–fourth edition (wais-iv)–deutsche version. *Hg. von F. Petermann. Frankfurt/Main: Pearson Assessment*, 2012.

# A | Log generado en el caso de prueba

Más abajo se encuentra un archivo de registro extraído de las pruebas. Para saber a que prototipo pertenece solo ha de mirarse el *tag* (Etiqueta). En este caso el tag es *HistoriaDelaArquitecturaB* y, por tanto, este log es el generado por el prototipo sin adaptar con el contenido de la Historia de la Arquitectura.

Las cinco primeras líneas extraen algunos de los datos básicos del dispositivo donde se está ejecutando, saber: Modelo y marca de la tableta, tamaño de la pantalla, resolución y hora de la ejecución.

Después de recoger estos datos el log empieza a registrar toda acción ocurrida en la aplicación como:

**USO DE LISTVIEW POSICIÓN SALTO: 0** Se ha utilizado el menú de opciones izquierdo para saltar a la posición 0.

**BOTON NEXT PULSADO 1** Se ha pulsado el botón siguiente desde la imagen 1. Además del botón siguiente también se recogen el botón de atrás, de zoom y de fin.

**TOQUE FALLIDO PANTALLA X: 1379 Y: 352** Se ha realizado un toque fallido en la pantalla con coordenadas 1379,352 (En píxeles).

**INTENTO DE SWIPE X: 1379 Y: 169** Se ha realizado un intento de swipe (Se recuerda que la interfaz B carece de navegación por Swipe).

---

```
----- beginning of /dev/log/main
# TAG    LEVEL  TIME    USER    ACTION_TYPE  ACTION  EXTRA_INFO
HistoriaDelaArquitecturaB  INFO    1399373588750  One      EXECUTION    Modelo
y Marca de la tablet  Asus Nexus 7
HistoriaDelaArquitecturaB  INFO    1399373588750  One      EXECUTION    Tamano
de la pantalla 6.921163197035597
HistoriaDelaArquitecturaB  INFO    1399373588750  One      EXECUTION
Resolucion      1920 1200
HistoriaDelaArquitecturaB  INFO    1399373588750  One      EXECUTION    Hora de
Ejecucion      20140506T125308Europe/Madrid(2,125,7200,1,1399373588)
```

---



## APÉNDICE A. LOG GENERADO EN EL CASO DE PRUEBA

---

HistoriaDelaArquitecturaB	INFO	1399373588750	One	EXECUTION	
Orientacion inicial Landscape					
HistoriaDelaArquitecturaB	INFO	1399373594747	One	EXECUTION	USO DE
LISTVIEW POSICIN SALTO: 0					
HistoriaDelaArquitecturaB	INFO	1399373607113	One	EXECUTION	BOTON
NEXT PULSADO 1					
HistoriaDelaArquitecturaB	INFO	1399373616184	One	EXECUTION	BOTON
NEXT PULSADO 2					
HistoriaDelaArquitecturaB	INFO	1399373623178	One	EXECUTION	TOQUE
FALLIDO IMAGEN X: 377 Y: 166					
HistoriaDelaArquitecturaB	INFO	1399373623178	One	EXECUTION	TOQUE
FALLIDO PANTALLA X: 1379 Y: 352					
HistoriaDelaArquitecturaB	INFO	1399373623388	One	EXECUTION	INTENTO
DE SWIPE X: 1379 Y: 169					
HistoriaDelaArquitecturaB	INFO	1399373624948	One	EXECUTION	BOTON
ZOOMIN PULSADO					
HistoriaDelaArquitecturaB	INFO	1399373626700	One	EXECUTION	BOTON
ZOOMOUT PULSADO					
HistoriaDelaArquitecturaB	INFO	1399373631319	One	EXECUTION	BOTON
NEXT PULSADO 3					
HistoriaDelaArquitecturaB	INFO	1399373645515	One	EXECUTION	BOTON
NEXT PULSADO 4					
HistoriaDelaArquitecturaB	INFO	1399373650669	One	EXECUTION	BOTON
NEXT PULSADO 5					
HistoriaDelaArquitecturaB	INFO	1399373653476	One	EXECUTION	BOTON
NEXT PULSADO 6					
HistoriaDelaArquitecturaB	INFO	1399373655207	One	EXECUTION	BOTON
FIN PULSADO					

---

## B | Cuestionario de uso

En este Anexo se recoge el cuestionario de uso realizado durante el proceso de pruebas. El cuestionario permite reconocer al participante pidiendo primero como datos básicos el nombre y la edad. Después se pregunta al usuario acerca de si tiene una tableta y el uso que le da.

## Cuestionario uso de tabletas

Este es un cuestionario para conocer tus hábitos de uso de dispositivos móviles (teléfonos o tabletas) Recuerda que no es un examen, pero nos gustaría que lo rellenases lo más sinceramente posible

## 1. ¿Cómo te llamas?

=====

## 2. ¿Cuántos años tienes?

\*\*\*\*\*

## Dispositivos

### 3. ¿Tienes teléfono móvil?

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Sí
- ☐ Sí, y es táctil
- ☐ No

4. ¿Tienes una tablet?

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Si
- ☐ No *Deja de rellenar este formulario.*

## Uso de la tablet

**5. ¿Cuánto usas tu tablet?**

Valora de 0 (poco) a 5 (mucho) tu uso del teléfono

*Marca solo un óvalo.*

[illegible]

6. **¿Para qué usas la tablet?**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Jugar
- ☐ Hacer fotos
- ☐ Escuchar música
- ☐ Ver videos
- ☐ Consultar el correo electrónico
- ☐ Facebook, twitter, tuenti...
- ☐ Buscar en Internet
- ☐ Hacer trabajos para clase
- ☐ Otro: .....



## C | Hoja de Participación

En este Anexo se recoge la hoja de participación utilizada para ordenar a los participantes en función de la aplicación y el dispositivo a utilizar. Se han ocultado los nombres por privacidad.

## Pruebas Adaptación a Tablets.

### Hoja de Participación

Participante / Nombre	Día 1	Día 2
P1	HdT Interfaz A Tablet 7	HdA Interfaz B Tablet 10
P2	HdT Interfaz A Tablet 7	HdA Interfaz B Tablet 10
P3	HdT Interfaz A Tablet 7	HdA Interfaz B Tablet 10
P4	HdT Interfaz A Tablet 7	HdA Interfaz B Tablet 10
P5	HdT Interfaz A Tablet 7	HdA Interfaz B Tablet 10
P6	HdT Interfaz A Tablet 7	HdA Interfaz B Tablet 10
P7	HdT Interfaz A Tablet 7	HdA Interfaz B Tablet 10
P8	HdT Interfaz A Tablet 10	HdA Interfaz B Tablet 7
P9	HdT Interfaz A Tablet 10	HdA Interfaz B Tablet 7
P10	HdT Interfaz A Tablet 10	HdA Interfaz B Tablet 7
P11	HdT Interfaz A Tablet 10	HdA Interfaz B Tablet 7
P12	HdT Interfaz A Tablet 10	HdA Interfaz B Tablet 7
P13	HdT Interfaz A Tablet 10	HdA Interfaz B Tablet 7
P14	HdT Interfaz A Tablet 10	HdA Interfaz B Tablet 7
P15	HdA Interfaz B Tablet 7	HdT Interfaz A Tablet 10
P16	HdA Interfaz B Tablet 7	HdT Interfaz A Tablet 10
P17	HdA Interfaz B Tablet 7	HdT Interfaz A Tablet 10
P18	HdA Interfaz B Tablet 7	HdT Interfaz A Tablet 10
P19	HdA Interfaz B Tablet 7	HdT Interfaz A Tablet 10
P20	HdA Interfaz B Tablet 7	HdT Interfaz A Tablet 10
P21	HdA Interfaz B Tablet 7	HdT Interfaz A Tablet 10
P22	HdA Interfaz B Tablet 10	HdT Interfaz A Tablet 7
P23	HdA Interfaz B Tablet 10	HdT Interfaz A Tablet 7
P24	HdA Interfaz B Tablet 10	HdT Interfaz A Tablet 7
P25	HdA Interfaz B Tablet 10	HdT Interfaz A Tablet 7
P26	HdA Interfaz B Tablet 10	HdT Interfaz A Tablet 7
P27	HdA Interfaz B Tablet 10	HdT Interfaz A Tablet 7
P28	HdA Interfaz B Tablet 10	HdT Interfaz A Tablet 7

## D | Cuestionario de Usabilidad

En este Anexo se recoge el cuestionario de usabilidad utilizado para evaluar la experiencia de uso de la aplicación adaptada. Está basado en el USE Questionnaire [19]. Además se han añadido un par de cuestiones más donde se pregunta al usuario que aplicación le ha gustado más.



# Cuestionario de usabilidad

\*Obligatorio

## UTILIDAD

---

**1. Es útil \***

*Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

**2. Satisface mis necesidades \***

*Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

**3. Hace todo lo que podría esperar que hiciera \***

*Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

## Facilidad de uso

---

**4. Es fácil de usar \***

*Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

5. **Utilizarlo no requiere mucho esfuerzo \***

*Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

6. **Lo puedo utilizar sin leer las instrucciones \***

*Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

## Facilidad de aprendizaje

---

7. **Lo aprendí a utilizar rápidamente \***

*Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

8. **Recuerdo fácilmente cómo utilizarlo \***

*Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

9. **Es fácil aprender a usarlo \***

*Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

## Satisfacción

---

10. **Estoy satisfecho con la herramienta \***

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

11. **Lo recomendaría a un amigo \***

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

12. **Es divertido utilizarlo \***

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

13. **Es maravilloso \***

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

14. **Fue una experiencia agradable utilizarlo \***

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

15. **¿Qué es lo que MÁS te ha gustado? \***

16. ¿Qué es lo que MENOS te ha gustado? \*

17. ¿Cuál de las dos aplicaciones te ha gustado más?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Interfaz adaptada
- ☐ Interfaz normal

18. ¿Por qué?